

施工中の既製杭の支持層到達を判定する支持層検出システムの開発

(株)奥村組	正会員	○清水 智明
(株)奥村組		松倉 勝幸
日本コンクリート工業(株)		平川 泰行
佐藤鉄工(株)		後藤 祐一
(株)地盤試験所		岡 信太郎

1. 目的

既製杭を埋込み工法で施工する場合、支持層到達の確認が重要な管理項目となる。一般に、掘削抵抗に応じて変化するオーガーモーターの積分電流値を用いて間接的に判定する方法が採られるが、積分電流値に反映される掘削抵抗には、オーガーの周面摩擦による抵抗なども含まれており、支持層到達による積分電流値の増加のみを区別して判定する事が困難である。そこで、予定深度到達時にオーガー先端で貫入試験を行うことでN値を確認し、支持層到達を確認できる“支持層検出システム”を開発した。

2. システムの概要

開発した支持層検出システムでは、通常行う積分電流値の測定に加え、オーガーの先端に装備した外径φ36mmのコーン貫入試験装置により想定支持層に対して貫入試験を行い、換算N値を求めて支持層到達を判定する。貫入試験装置は地盤工学会で基準化されている電気式静的コーン貫入試験装置と同じ仕様であり、高い信頼性で地盤の換算N値¹⁾を求めることができる。開発したシステムは3点式杭打機を用いた埋込杭工法の施工システムの中で、上記装置を内蔵するためにスクリーオーガー式と油圧系統を改造したものである。本システムの中で特徴的な要素は①貫入試験装置内蔵型オーガーヘッド②ケーブル保護管付属スクリーオーガー③4系統用油圧スィベルの3点である。(図-1 参照)

要素①は貫入試験を行うための本体部である。図-2に示す全長で5.5mとなる大型のオーガーヘッドであり、通常内蔵しているものに加えて、内部に電気式静的コーン貫入試験装置、油圧ジャッキ、ケーブル巻取り装置、AD変換器、ワイヤー式変位計を内蔵している。適用杭径φ1000mm用のオーガーヘッドをベースに製作している。

試験装置は先端荷重、周面摩擦力、水圧等を計測するものであり、全体(ロッド～コーン先端)が油圧ジャッキ

キーワード 埋込み工法, 支持層検出システム, 電気式静的コーン貫入試験

連絡先 〒108-8381 東京都港区芝 5-6-1 (株)奥村組 TEL 03-5427-8538

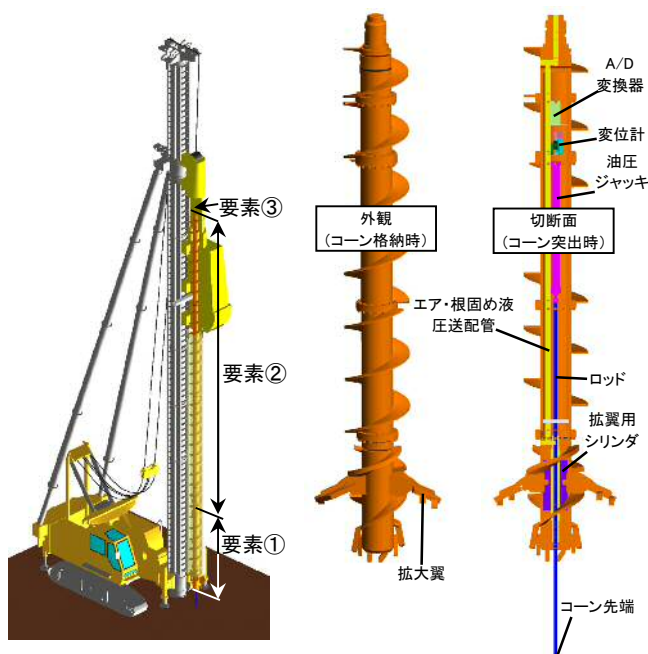


図-1 システムの構成要素 図-2 オーガーヘッドの構造



写真-1 ケーブル保護管付属スクリーオーガー



写真-2 油圧スィベル



写真-3 オーガージョイント(オス)

ッキにより上下動する。計測ケーブルはオーガーヘッド上部で外に出して後述の保護管内を通して有線で地上まで計測信号を伝送する。

要素②は写真-1のように通常のスクリーオーガーの側部に保護管として鋼管が付属したものであり、保護管内には計測ケーブルが内蔵されていて、上記の計測信号を地上に伝送する。

要素③は回転体であるスクリーオーガーに（回転できない）油圧ポンプからの油圧を供給するもの（写真-2 参照）であり、通常の杭施工でも使用する拡翼用シリンダの開閉のための2系統の油圧に加えて、上記の油圧ジャッキの上下動に使用する2系統の油圧を供給する。オーガージョイントでは、写真-3のようにこれら4系統分の油圧カプラが付いている。

3. システムの特長

本システムの主な特長は以下の3点である。

（1）地盤支持力のみを直接かつ正確に測定
コーン直近に付けたひずみゲージで荷重測定を行っているため、計測値に貫入試験ロッド周囲での摩擦力が混入しない機構となっており、直接的かつ正確な荷重測定が可能である。

（2）N 値 50 を超える地盤でも測定可能
油圧ジャッキは 50kN の载荷能力を有しており、硬質地盤の目安である N 値 50 を超える地盤でも貫入可能である。

（3）オーガーヘッド掘削の影響を排除
掘削により緩んだ地盤では正確な測定ができないため、緩んでいない深さの地盤へコーンを貫入できるようにジャッキストロークは 1200mm と長めの設計としている。

4. 実証試験

開発したシステムの性能検証のため、実証試験を行った。支持層深度約 13m の自然地盤に対して三点式杭打機を用いて計 7 本の打設試験を行った。事前に標準貫入試験や電気式静的コーン貫入試験を行い、それらから得られた N 値と本システムより得られた N 値を比較した。図-3 に N 値の深度分布の例を示す。事前地盤調査結果のうち、電気式静的コーン貫入試験結果とは細かい変動も含めてほぼ一致した。標準貫入試験結果は深度 1m ピッチしか値を持たないため、調査深度（図中の標準貫入試験の緑丸）で比較すると、概ね一致している。一方、積分電流値は深度 13m 付近での N 値の上昇に対する感度が鈍く、全体的に変化がなだらかなのである。ただし、積分電流値による支持層確認時は掘削速度等の諸条件を極力一定に保つことが重要であるとされているにもかかわらず、貫入試験のために掘削 1m ごとに掘削を中断したことが影響している可能性はある。

5. まとめ

従来の積分電流値による支持層到達判定では、N 値との間に定量的な関係はないため、掘削抵抗値の変化を土質の変化と捉えて判断基準とする定性的判断が主であった²⁾が、開発したシステムにより杭下端での N 値を求めることができ、定量的な支持層到達判定が可能であることが分かった。今後は両者を併用し、従来より正確な判定が可能となると考えている。

参考文献

- 1) 鈴木康嗣、時松孝次、實松俊明：日本建築学会構造系論文集、第 566 号、pp73-80、2003。
- 2) 日本建設業連合会：杭の施工管理における支持層到達の確認方法、p4、2017。

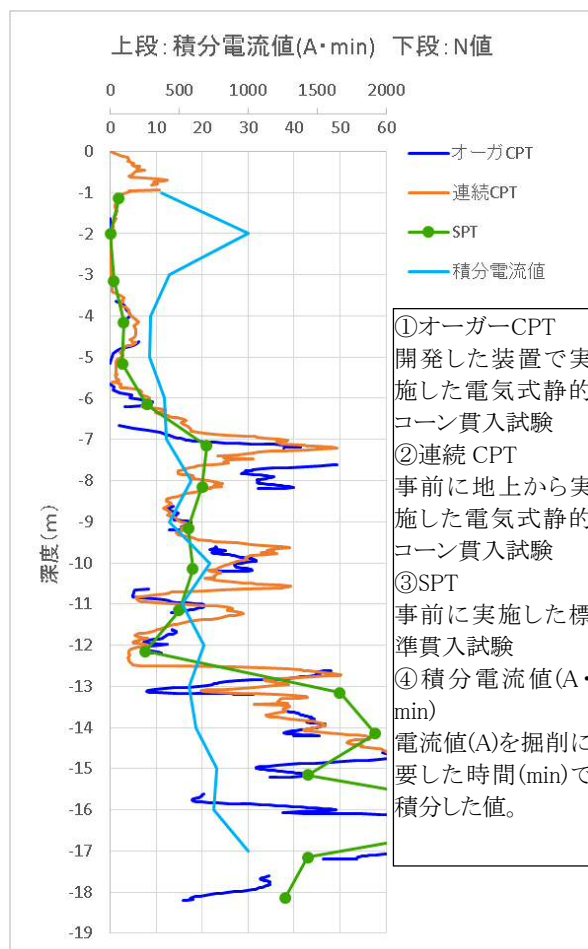


図-3 N 値の深度分布の例