

地盤比抵抗測定のための打込み測定管ラインナップ

大成建設（株） 正会員 ○藤原 斉郁 池上 浩樹
日本基礎技術（株） 非会員 横井 勉

1. はじめに

地盤改良工事において、施工時管理に対応した出来形確認法の開発は品質保証の面から重要なテーマの一つと考えている。筆者らはこれまで地盤比抵抗測定に着目し、独自の打込み測定管を用いた手法の検討を行ってきた^{1)～3)}。本論では、様々な状況を想定した打込み測定管の開発状況・ラインナップ[®]について述べる。

2. 打込み測定管の概要

物理探査法の一つである地盤比抵抗測定では、地表面や地中に複数の電極を配し測定が行われるが、施工時管理を想定すると電極の設置手間が大きなネックの一つになると考えられる。筆者らは、迅速かつ確実な電極設置法として打込み測定管を開発し、実証試験などを通じその適用性を確認している。一方で、打込み可能な地盤条件には限界があり、一般に改良を必要とする地盤は軟弱なことから打込み限界が問題となる状況は少ないと考えられるものの、打込み管のラインナップ[®]を揃えておくことも重要と考えている。表-1 及び図-1 に本論で扱う測定管を示す。これら測定管の共通事項としては、絶縁性と打込みに耐え得る堅固性を両立させた点にある。図-2 に施工時管理用として標準型に位置付ける「②多点管」での施工手順を示す。(A)測定管内に打込み用の芯材を挿入した状態で打込みを行い、(B)打込み完了後に芯材を抜き取り、(C)測定プローブ挿入により測定を行い、(D)測定完了後に再び芯材を挿入し引き抜くことで測定管を残置することなく撤去出来る。従来行われるボーリング孔内に電極を配しCBモルタル等で埋め戻す方法に比べ、本方法は設置作業の手間が低減され、設置後に養生期間を設ける必要がなく施工後直ちに測定が出来る。写真-1 には測定プローブを示すが、後挿入のため配線を気にすることなく打込み施工が出来る点も施工手間の低減に大きく寄与している。

3. 測定管のラインナップ[®]

写真-2 に各測定管の外観（いずれもφ50mm程度）を示す。測定管ラインナップのうち「①単点管」は1本の測定管に対し測定点数は先端部の1点に限定されるが、他の多点管より打込み手間が更に少ない特徴がある。また、測定時において後挿入の測定プローブを必要とせず、迅速に複数本の打込みを行うことで複数の測定点を設ける場面を想定するものである。さらに、急遽補助的に測定点を増やしたい時などに対応

表-1 測定管の一覧

測定管	測定点数 (事例)	対象地盤	特 徴
①単点管	1点	N<10	1点/管のみだが、打込み時の芯材不要で、設置後の電極線挿入も不要
②多点管 (標準型)	多点 (12点)	N<10	芯材打込み式の標準形。管設置後に電極線を挿入し測定。
③高耐力多点管 (ボーリング併用)	多点 (13点)	N>10	ボーリング削孔→グROUT注入後に打ち込み。パナクションにも対応

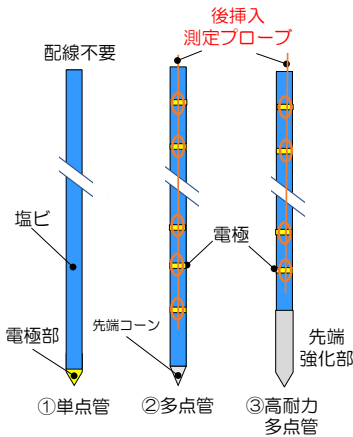


図-1 測定管の概要

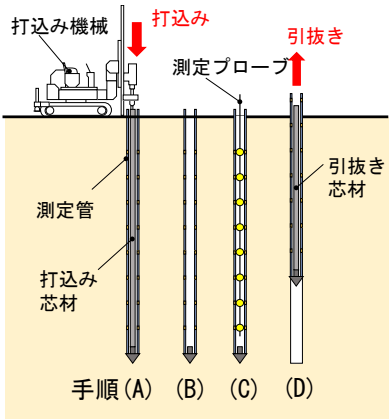


図-2 施工手順

キーワード 地盤改良，比抵抗，打込み管，施工時管理
連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1
大成建設（株）技術センター TEL:045-814-7221（代表）

可能である。「③高耐力多点管」は、打込み不可な堅固な地盤に対し、事前にボーリング削孔した後に同孔内に打込むものである。なお、事前削孔後に孔壁が崩れることが考えられるため、削孔後孔内にグラウト材を投入し、このグラウトに向かって打込みを行う方法を標準としている。すなわち、打込み対象は比較的均質であるものの相応の強度を有するため、先端部分を鋼製にすることで強化している。また、上方を含めた斜め方向の打込みも想定し、従来の打込み施工機械に加え様々な角度での施工が可能なパーカッションタイプの施工機にも適用可能なものとした。

4. 高耐力多点管の施工試験

ここでは新規性の高い高耐力管の施工試験概要について述べる。試験では打込み可能なグラウト強度の限界について確認した。用いたグラウト材はセメントバントナイト系のものを用い、材令の違いにより強度を変化させた。また、施工機は多目的油圧削孔機（SM-6）を用い、 1N/mm^2 程度に固化改良された地盤に対し $\phi 118\text{mm}$ 、深度16mの削孔を行い、その後グラウトを施した。図-3にグラウト強度 $q_u=280\text{kN/m}^2$ （ $N=22$ 相当）での打込み結果として、長さ1mの各管の打込み時間を示す。その結果、概ね1分以内/本であり、他管での事例と相違なく打込み性に問題ないことを確認した。なお、 $q_u=510\text{kN/m}^2$ （ $N=40$ 相当）の場合、約7m付近で打込み不可となり本条件での打込み限界が確認された。図-4に測定プローブを用いた打込み完了ケースの接地抵抗測定結果を示す。今回の測定は写真-1に示す板バネ1セットを深度方向に上下させた測定であったことから一部で接触不良と思われる結果も見られたが、繰り返し測定により測定可能であることが確認され、測定性に問題はないと判断している。測定プローブについては、その後に別途実施した板バネを頻繁に移動させない改良型測定プローブと②の多点管の組合せの測定試験で安定した結果が得られており、プローブを使った測定性を含め、本論で示した打込み測定管のラインナップが完成したと考えている。

5. おわりに

今回の高耐力型測定管の施工試験を以て、施工時管理を想定した各測定管が完成した。既往の研究において地盤比抵抗測定による施工後の地盤改良体の品質評価の可能性は示されているものの⁴⁾、施工時管理に対応した測定法の確立には測定管以外にも課題が残ると考えている。今後は、トモグラフィーの検討や結果判明の即時性を考慮した電極配置など、独自の打込み測定管の特徴を活かした取組みを進めていく予定である。

参考文献：1) 藤原他，打込み電極管の設置方法と接地抵抗値に関する測定実験，第56回地盤工学研究発表会，2021。2) 忠野他，打込み電極管を用いた比抵抗探査による地盤判別手法の検討，第57回地盤工学研究発表会，2022。3) 池上他，硬質地盤を対象とした打込み電極管の施工試験，第58回地盤工学研究発表会，2023（投稿中）。4) 例えば，田村他，電気比抵抗による改良体の品質評価に関する現場実験，日本建築学会構造系論文集，第531号，95-99，2000。



写真-1 測定状況

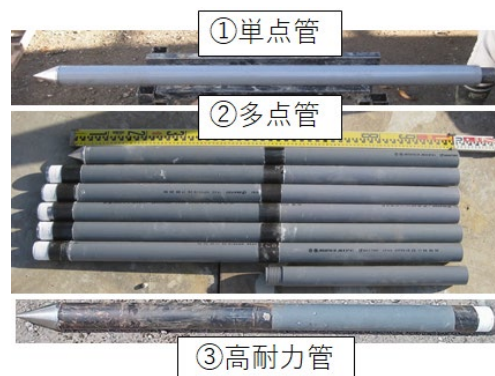


写真-2 測定管の外観

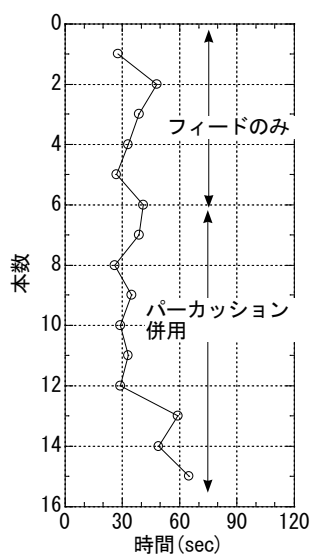


図-3 打込み時間

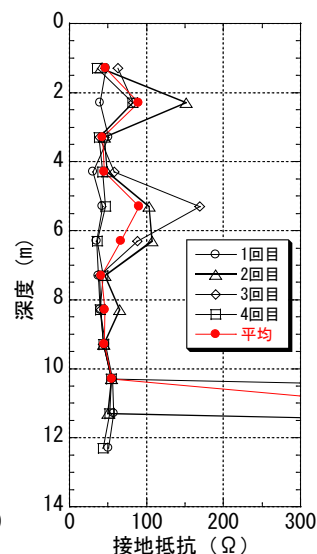


図-4 接地抵抗分布