

打込み式電極管による地盤改良体の接地抵抗測定

大成建設（株） 正会員 ○藤原 斉郁
 大成建設（株） 正会員 松井 秀岳
 大成建設（株） 正会員 石井 裕泰
 大成建設（株） フェロー会員 青木 智幸

1. はじめに

薬液注入やセメント系など、地盤改良工事における改良範囲の確認方法の一つとして地盤比抵抗を測定する方法が挙げられる。既往の研究によれば^{例えは 1) 2)}、原理的には適用可能であり多数の測定例はあるものの、一方で地中に電極を設置する際、ボーリングなど相応の設置手間が必要なことから施工時の管理用として広く普及しているとは言い難いのが現状である。本論では、著者らが開発し多数の実績を有する打込み管技術を応用した測定管を製作し、打込み施工性や通電性の確認を行った。また、高圧噴射攪拌工法による改良体を対象とし、比抵抗測定に代わる方法として、接地抵抗による造成前後での測定を行った結果について述べる。

2. 測定管の概要

図-1 に使用した測定管の概要、写真-1 に電極①管の外観を示す。測定管の要件としては、打込み施工に対する耐久性と絶縁性が求められる。用いた測定管は、土壌浄化工事用など実績を有する鋼管をベースに³⁾、先端部のみを電極用として露出させ、その他については塩ビ等の樹脂により被覆することで絶縁処理を行っている。測定管は外径 48 mm であり、図に示すように先端部の電極寸法の異なる 2 種類（電極①用、電極②用）を用いた。

3. 通電性の確認

今回製作した測定管について、打込み性と通電性を確認するための予備試験を行った。試験は、後述の改良体測定とは別のヤードにて 2 本の測定管を鉛直方向に 2m で間隔で打込み、深度 1m 毎に一旦打込み作業を中断しつつ、三電極法により接地抵抗を測定した。対象地盤は、表層から GL. -3m までが $N \leq 5$ の埋土および粘性土、GL. -6.5m 付近までが $N \leq 5$ のシルトもしくは砂混じりシルト、GL. -14m 付近までが $N \leq 10$ の細砂もしくは礫混じり細砂であった。図-2 に測定結果を示す。一般的な接地抵抗測定では、測定値は電極棒の挿入深度（すなわち地盤との接触面積）に依存することが知られているが、本測定管は打込み深度に関わらず接触面積は一定の条件となる。このため、深度毎の測定値の大小関係は電極付近の地盤抵抗値を反映した結果と想定される。また、電極毎の測定値の違いは、接触面積の違いによるものと考えられる。以上の試験の結果、いずれの管も通電性には問題のないことが確認された。

4. 高圧噴射攪拌改良体の接地抵抗測定

図-3 に今回実施した測定管の配置を示す。対象とした改良体は、直径 3.5m、土被り 2m 以深に長さ 4m の出来形とするものであり、施工済の改良体に囲まれた図中黄色で示す改良体の造成前後で測定を行った。測定管の配置は、直径 3.5m の出来形に接する位置に 2m 間隔の 2 本とし、打込み深度は電極が改良体中心となるよう 4m とした。また、図に示す形で地表面に遠電極（P, C）を配した。図-4 に配線例を示す。測定は汎用の接地抵抗計を用い、表-1 に示す測定電極 1 点と遠電極 2 点の三電極法、及び二電極法とした。

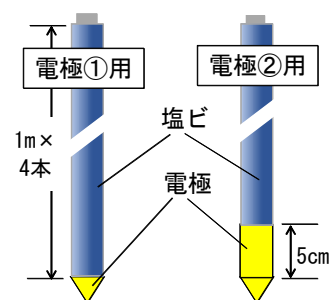


図-1 打込み測定管



写真-1 電極①用管

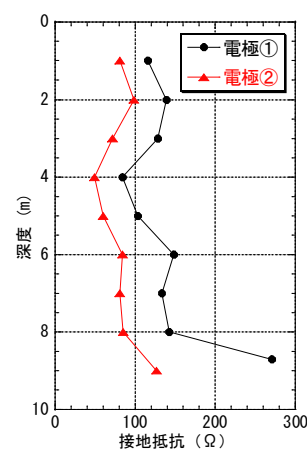


図-2 予備試験結果

キーワード 比抵抗, 接地抵抗, 打込み管, 地盤改良

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 045-814-7217

写真-2 に測定管の打込み
施工状況と測定時（造成後）
の状況、表-2 に測定結果を
示す。測定は、表に示すよう
に改良施工前、施工直後、施
工翌日の3回実施した。その
結果、配線1では施工前後の
測定値に変化はなく、配線2
では前後で約2倍の差が確

認された。今回、改良体出来形に接する位置に電極を
配した意図としては、所定出来形を確保するため計画
より若干大きな改良体となる実態を踏まえ、造成後
において電極が改良体に確実に接することを目指して
いる。すなわち、表-2内に示す要素試験により別途測定
した施工時排土の比抵抗測定値で示されるように、セ
メント混入により比抵抗値が小さくなることから、施
工後において接地抵抗値が小さくなるものと想定して
いた。これに対し、配線1の結果はこの想定に反した
ものであり、原因としては、改良前の測定値が小さい
点が挙げられる。すなわち、施工前の測定段階におい
て周辺の施工済の改良体造成の影響を受けていたこと
が考えられる。また、配線3の結果についても同様の
状況であった。なお、配線3は遠電極を電極②とし通
常の接地抵抗測定として推奨された配線ではないが、
対象とする改良体の比抵抗値が小さいことから電極①
の抵抗区域が小さいと考え、敢えて測定を行った。一
方、配線4は二電極法として改良体間の電位差を直接
測定したものであるが、施工前の段階でセメント混入
の影響を受けず大きな接地抵抗値であったこともあり、
施工後での明確な測定値低下が確認できたものと推察
される。

5. おわりに

今回、高圧噴射攪拌による改良体造前後に対し接地抵抗計による測定を行った。すなわち、主目的が測定管の適用性確認であった点に加え、測定の簡易性や接地抵抗による評価の可能性も考慮し、従来の比抵抗ではなく敢えて接地抵抗の測定とした。その結果、周辺の改良体の影響など初期条件が曖昧であったことから必ずしも明確な結果は得られなかったものの、二電極法ケースにて施工前後で測定値に明確な違いを確認することができ、測定管自体の適用性は問題ないと考えている。今後は、従来の比抵抗測定に加え、接地抵抗測定など簡易な測定法も模索しながら、地盤改良工事における施工管理方法を確立すべく開発を進めたい。

参考文献

1) 小峯, 後藤: 現場試験による比抵抗トモグラフィを利用した薬液注入の改良範囲評価法の実証, 土木学会論文集, No.603/III-44, pp.129-138, 1998. 2) 高, 藤井: 電気比抵抗を利用したソイルセメントの品質管理に関する研究, 東海大学紀要工学部, Vol.52, No.2, pp.179-186, 2012. 3) 高畑, 松井, 石井, 堀越: 土壌浄化・地盤改良に用いる打込み式注入管の開発, 大成建設技術センター報, 第45号, 2012.

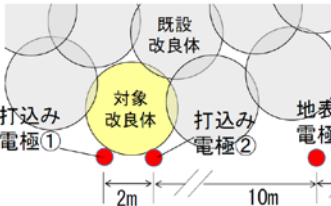


図-3 測定管の配置（平面図）

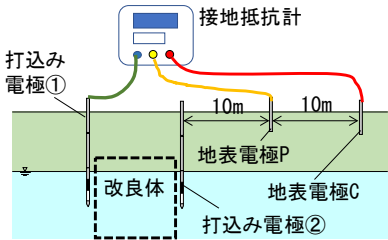


図-4 接地抵抗の想定概要（配線1）

表-1 測定ケース一覧

測定ケース	測定法	対象電極				備考
		電極①	電極②	電極P	電極C	
配線1	三電極法	○	—	○	○	
配線2	三電極法	—	○	○	○	
配線3	三電極法	○	○	—	○	仕様外の配線
配線4	二電極法	○	○	—	—	

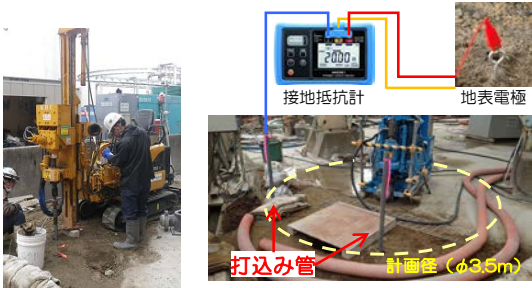


写真-2 打込み施工状況及び測定状況

表-2 測定結果

Case	改良前 (Ω)	改良後 (Ω)	翌日 (Ω)
配線1	22.4	22.0	21.6
配線2	55.8	25.4	24.6
配線3	22.3	21.9	21.5
配線4	183.0	48.0	47.0
排土比抵抗値※		1.23 (Ω・m)	1.49 (Ω・m)

※施工時に採取した排土について、別途要素試験により測定