

## 電気比抵抗を用いた品質管理法 (その1 地中杭や連続地中壁)

電気比抵抗 場所打ち杭 支持力

アリス協会 正会員 酒井幸雄  
アリス協会 正会員 前田典彦  
敬産興業(株) 非会員 藤井敬次

## 1. 概要

場所打ちコンクリート杭などの地中杭や連続地中壁の築造時における施工品質の向上として、孔底付近にある沈殿物や浮遊する砂分の多いスライム除去を確実に行う事は、場所打ちコンクリート杭では特に支持力係数に関する重要な項目である。これらの孔底スライム除去を確実に行うアリス工法<sup>1)</sup>(安定液・リサイクル・スライムレス)が有り、これらと組み合わせた品質管理(電気比抵抗法)から確実な基礎杭ができる。

ここでは、電気比抵抗の変化からスライム有無やその砂分の程度を数値で確実に示す事が可能な、電気比抵抗を用いた場所打ちコンクリート杭の孔底スライム処理における品質管理法を示す。この品質管理法は、他の工法(その2<sup>2)</sup>)でも活用される。

&lt;関係式 - 1&gt;

$$\text{電圧} \cdot E(V) = R \cdot I$$

$$\text{電流} \cdot I(A) = E / R$$

$$\text{抵抗} \cdot R(\Omega) = E / I$$

## 2. 電気比抵抗

オウムの法則から電気比抵抗(Electrical Resistibility:  $\Omega \cdot m$ )は、関係式-1で抵抗(R)が示される。ただし電圧(V): E、抵抗( $\Omega$ ): R、電流(A): Iで( )内は測定単位である。また、電気の流れる導体(液体)の長さ(m): L、断面積: S( $m^2$ )とすると関係式-2で比抵抗が示され、この比例係数( $\rho$ )を電気抵抗率といい、簡単に抵抗率や比抵抗( $\Omega \cdot m$ )で表わされる。

&lt;関係式 - 2&gt;

$$\text{電気比抵抗率: } \rho$$

$$(\Omega \cdot m)$$

$$R = \rho (L / S)$$

電気探査法などでは、その物体(地質や溶解液など)の電気抵抗や比抵抗は電気の流れにくさ(抵抗が大きい)を用いて、一般的に土砂質から岩質では大きくなる。その抵抗の逆数は伝導率・コンダクタンス(G)で、流れやすさを表し関係式-3に示す関係が有る。

環境分野では、この伝導率( $\sigma$ )の単位はジーメンズ(S/m)で、電解質はイオン濃度が大きく、またその濃度が大きくなるほど抵抗は小さく、電気伝導が良くなる。ゆえに、環境調査では電気伝導度や伝導率の測定単位が多く用いられている。ここでの比抵抗試験は4極型でその電極間隔は2cm、外側電極から電流を印加、内側電極で電圧を測定する。

&lt;関係式 - 3&gt;

$$\text{電気伝導率: } \sigma$$

$$(S / m)$$

$$R = 1 / \sigma$$

## 3. 品質管理法

電気比抵抗試験の方法を図-1に、水中ポンプと比抵抗センサーを写真-1に示す。

比抵抗センサーは検尺重錘に添付(固定)し人力で昇降する方法や水中ポンプ下部に固定する事も出来る。

施工時の循環泥水は水質(塩素量やPH)、またベントナイトやポリマーなどの添加剤も加わり、電気比抵抗値を変化(低下)させる。さらに水温度でも抵抗(約2%/度)は変化する。その電気比抵抗と深度分布や経過時間などから、浮遊物や沈殿する砂分の多いスライムの比抵抗変化を捉える事による品質管理法。

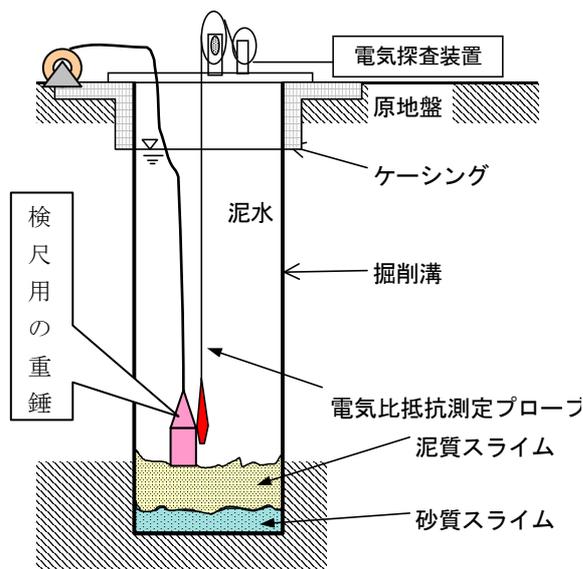


図-1 電気比抵抗試験の方法



写真-1 水中ポンプ(上)と比抵抗センサー(下)

Quality control method used by Electrical resistibility  
(Part 1 Underground Piling and Diaphragm Wall)Sakai yukio (arisan association)  
Maeda norihiko (arisan association)  
Huzii keizi (Keisan-kougyo.co.ltd)

#### 4. 適用例

##### 4-1 電気比抵抗と深度分布の関係

電気比抵抗と深度分布の関係を図-2 に示す。これは一般的な従来の施工法で掘削された例で、孔内スライム処理状況による電気比抵抗の変化をよく捉えている。図中では上から掘削直後、一次処理後、二次処理後で、さらに供給泥水の値も併記した。

次にアリス工法で施工された例で、東京都内の足立区（東綾瀬）と大田区（京浜島）の例を図-3 に示す。図中の京浜島では、重錘に比抵抗センサーを固定した方法で実施した。孔底付近では杭軸部と異なる電気比抵抗が示されスライムの存在（赤い破線内）が確認できた。また東綾瀬（綾瀬東・砂分が少ない沖積粘性土）では、翌日の 870 分（約 14.5 時間後）まで放置したが、掘削直後の一次スライム処理後から沈殿するような孔底スライムの存在は確認されていない。また、場所打ちコンクリート杭の場合に超音波孔壁測定が有るが、ここでは同時に実施して比較試験を行ったが、お互いに影響は無かった。

今回のアリス工法とは、攪拌翼を有する水中サンドポンプ（リモポン）と孔底部から回収された泥水の砂分除去が出来るサイクロン・遠心分離装置から成る、砂分分離水槽で構成された泥水循環システム（ベントリープラント）と組み合わせるなどで、「安定液・リサイクル・スライムレス」の実現が可能となり、電気比抵抗試験でその確認を行うものである。

##### 4-2 電気比抵抗と経過時間の関係

孔底スライム処理状況と経過時間の関係を図-4 に示す。東京都内の江戸川区（小岩）、新宿区（西新宿）、世田谷区（駒場）で実施した。図中は比抵抗センサーを水中ポンプの下部に固定し、孔内に挿入して排水管（4 インチ）を接続しながら孔底まで降ろす。この降下時に水中ポンプが揺れて孔壁に当たるなどで、比抵抗は大きくなるが孔底に着底すると安定する。その後、ポンプ開始時間は異なるが作動直後は、周辺に有る浮遊物や砂分の多いスライムが再度攪拌されて比抵抗は再び大きな値になり、その後は安定する。これは水中ポンプの除去能力（約  $1\text{m}^3/\text{分}$ ）が杭容積を超えた時間以降で確認され、孔内が全置換され砂分のないフレッシュ泥水に置き変わった事を示し、電気比抵抗試験でその確認が出来た。

#### 5. まとめ

- 1) アリス工法と電気比抵抗と深度分布の適用例から、スライムの存在やその量（深度から）などの検査や評価を個人差無くできる。
- 2) アリス工法と電気比抵抗と経過時間の関係の適用例から、スライム処理法やその時間管理を数値化する事で記録・保存が可能となる。
- 3) この電気比抵抗を用いた品質管理法は、連続地中壁や他の工法にも適用され、現場施工の品質や耐力向上、またスライム処理時間の短縮などによる経済的な面でも有意義な検査・評価法である。

参考文献：1)藤井敬次ら、アースドリル杭で使用するベントナイト安定液の循環型システムと新しいスライム処理の提案、日本建築学会、大会学術講演集 200298（2001年9月、関東大会） 2)持田泰秀ら、電気比抵抗を用いた品質管理法（その2 地盤改良や流動固化処理）、地盤工学会、第42回研究発表会（2007年7月、名古屋）

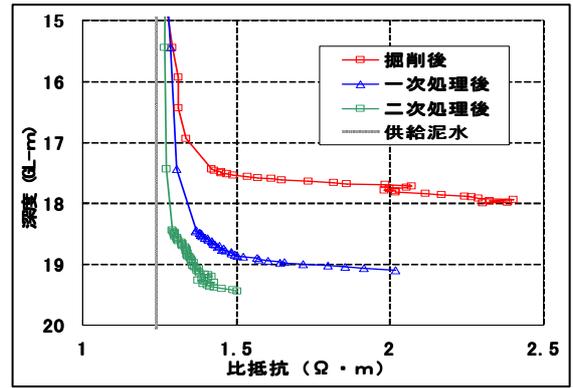


図-2 電気比抵抗と深度分布の関係 (1)

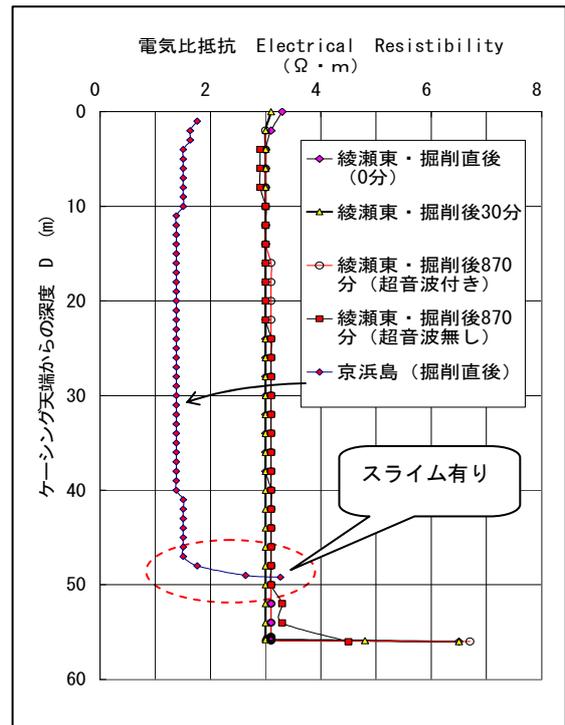


図-3 電気比抵抗と深度分布の関係 (2)

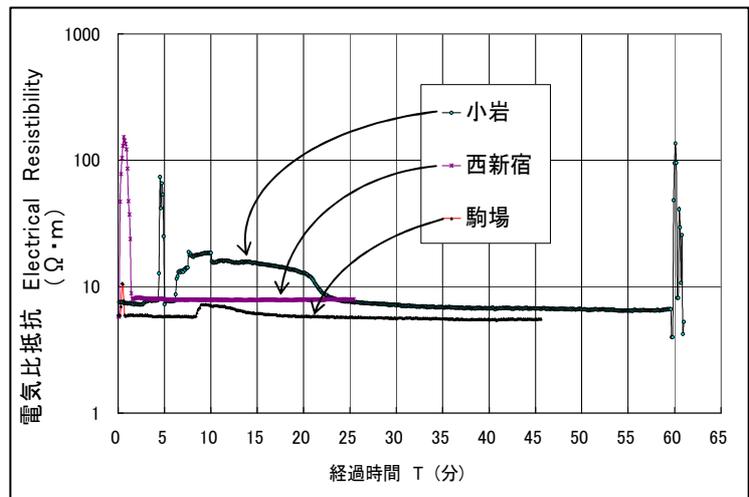


図-4 スライム処理状況と経過時間の関係