

電気比抵抗を用いた水中コンクリート打込み時の筒先高さ管理方法

清水建設株式会社 正会員 ○根本浩史 正会員 別所友宏
 正会員 北河 聡 正会員 遠藤和雄
 株式会社保全工学研究所 正会員 天野 勲 酒井幸雄

1. 概要

水中不分離性コンクリートは、水中施工における分離抵抗性を高めているため、若干の流速を有する水中への打込みや、ある程度水中を落下させた打込みが可能であるが、水中落下高さが 50 cm 以下であっても、水中落下をさせれば品質が低下する傾向にあり、できる限り水中落下させないように打込むことが肝要である¹⁾。そのため、トレミー管を用いて水中不分離性コンクリートの打込みを行う場合はトレミーの筒先をコンクリート中に埋め込みながら打ち込むことが望ましい。

通常、水中不分離性コンクリートの打込みでは、検尺用重錘を用いて測定するコンクリート上面の高さに対してトレミー管の高さを調整することで、筒先がコンクリート中に埋め込まれるように管理している。そのため、従来方法ではコンクリート上面の高さを測定するための足場等が必要となる。

本報では、足場の設置が困難な条件でも適用できる新しい筒先高さの管理方法として、トレミー管の筒先に設置した電気比抵抗センサにより筒先のコンクリートへの貫入量を把握する方法を紹介し、室内実験における適用性の検証結果および実施工に適用した事例を報告する。

2. 電気比抵抗による筒先高さ管理方法

電気抵抗 (Electrical Resistibility) は、オームの法則を用いて式(1)で示される。また、電気の流れる導体の長さ(と断面積)から式(2)が示され、式中の比例係数 (ρ) が電気抵抗率または比抵抗値である²⁾。

$$R = E / I \quad (1)$$

ここに、E:電圧(V)、R:抵抗(Ω)、I:電流(A)

$$R = \rho (L / S) \quad (2)$$

ここに、L:導体の長さ(m)、S:導体の断面積(m^2)、 ρ :電気抵抗率または比抵抗値 ($\Omega \cdot m$)

トレミー管の筒先に設置する電気比抵抗センサは 4 極で構成される(写真-1 参照)。得られる比抵抗値は対象となる物質により異なるため、筒先に設置したセンサがコンクリートに接触したことを検知できればセンサの取付け位置からトレミー管の筒先高さを推定できる。比抵抗値の例を表-1 に示す。

3. 室内実験による検証

電気比抵抗による筒先高さの管理を実施工に適用するにあたり、事前に室内実験で適用性を検証した。実験では容器(直径 30cm、高さ 1m)内の淡水および海水中に打込んだ水中不分離性コンクリートにセンサを挿入および引き抜いた際の比抵抗値を確認した。実験状況を写真-2 に、実験結果を図-1(海水)および図-2(淡水)にそれぞれ示す。コンクリートは海水よりも比抵抗値が高いため、図-1 に示すように、センサを海水からコンクリートに挿入すると比抵抗値が



写真-1 電気比抵抗センサ

表-1 比抵抗値の例

項目	比抵抗値 ($\Omega \cdot m$)
海水	0.25
水道水	50~100
河川・雨水	100~1000
モルタル・コンクリート	2~10
ベントナト溶液	1~20



写真-2 室内実験状況

キーワード 電気比抵抗, 筒先高さ管理, 水中不分離性コンクリート, 海水

連絡先 〒104-8370 東京都中央区京橋二丁目 16-1 清水建設(株)土木技術本部 TEL 03-3561-3915

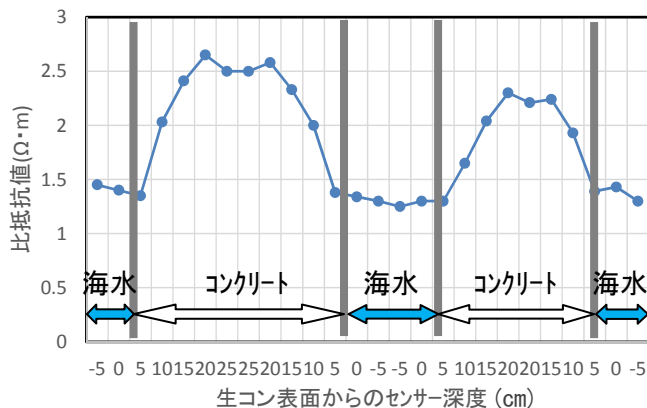


図-1 比抵抗値の変化（海水）

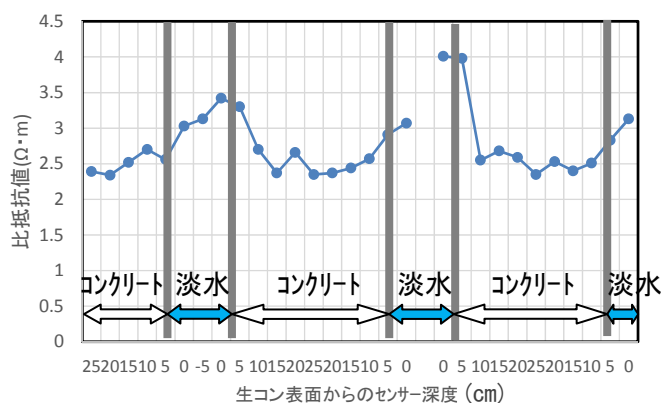


図-2 比抵抗値の変化（淡水）

1.0Ω・m 程度上昇する結果となった。一方、淡水からコンクリートにセンサを挿入すると比抵抗値は 1.0Ω・m 程度低下する結果となった（図-2 参照）。コンクリートの比抵抗値は概ね 2.5Ω・m 程度であるのに対し、海水および淡水の比抵抗値は表-1 に示した値から大きく変化しており、特に淡水の場合にその変化が大きい。これは、淡水のほうが海水よりも、コンクリート打込みによる変質の影響を受けやすい、すなわち、淡水のイオン濃度が上昇することで比抵抗値が低下しやすいことが影響していると考えられる。

4. 実施工への適用

橋脚フーチングにおける水中不分離性コンクリートの海中施工において電気比抵抗による筒先高さの管理方法を適用した。施工概要を表-2 に示す。トレミー管のコンクリート内への貫入量は 30～100cm で管理するため、電気比抵抗センサは、トレミー管の筒先から 10cm および 80cm の 2 箇所に設置した。電気比抵抗センサの取付状況を写真-3 に示す。

図-3 にトレミー管の筒先のコンクリート内への貫入深さおよび比抵抗値の測定結果を示す。ここで、筒先から 10cm のセンサは常にコンクリート中に挿入されているため、比抵抗値はほぼ一定値を示している。一方、筒先から 80cm のセンサはコンクリートの打込みとともに比抵抗値が上昇し、トレミー管を引上げてセンサが海水中に移動すると比抵抗値が低下する結果となり、室内試験と同様の傾向がみられた。この結果より、電気比抵抗による水中不分離性コンクリートの筒先高さの管理方法は有効であると考えられる。

なお、コンクリート挿入時の筒先から 80cm の比抵抗値が 4～5 (Ω・m) であるのに対し、筒先から 10cm の比抵抗値は約 2 (Ω・m) と低い値になった原因等については今後の課題と考えている。

5. まとめ

室内実験および実施工への適用によって、水中不分離性コンクリートの施工において、電気比抵抗による筒先高さ管理が有効であることを確認した。

参考文献

- 1) 土木学会コンクリートライブラリ 67, 水中不分離性コンクリート設計施工指針(案), 1991.5
- 2) 酒井幸雄ら, 電気比抵抗を用いた品質管理方法(その1 中杭や連続地中壁), 地盤工学会, 第42回研究発表会, 2007.7

表-2 水中不分離性コンクリート施工概要

項目	内容
施工箇所	橋脚フーチング 水深約 40m
施工量	コンクリート 200m ³ /1 回
呼び強度	30N/mm ²
スランプフロー	57.5±5cm
セメント種類	高炉セメント B 種



写真-3 電気比抵抗センサ取付状況

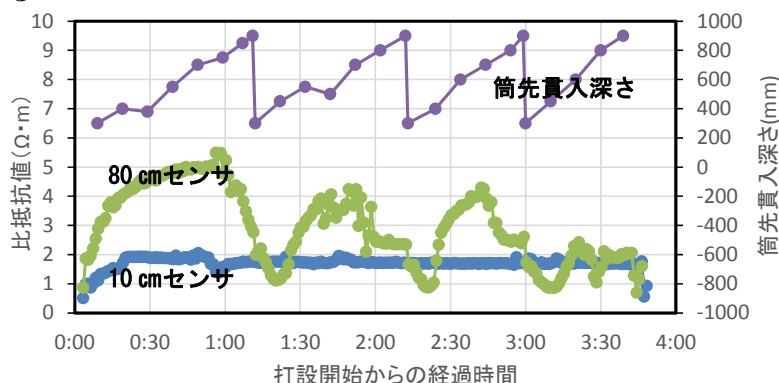


図-3 筒先貫入深さおよび比抵抗値