

光ファイバによる給電・通信機能を有した 地下水の物理・化学パラメータ計測装置の開発（その2）

鹿島建設(株) 正会員 ○三好貴子 栗原啓丞 フェロー会員 瀬尾昭治
(株)アサノ大成基礎エンジニアリング 岩田樹哉 竹延千良 後藤和幸

1. はじめに

ボーリング孔内や地下施設における地下水の物理・化学パラメータの計測技術は、現在電気式が主流となっているものの伝送距離の制限、電線の腐食等に課題がある。そこで、筆者らは光ファイバによる通信・給電の両機能と、従来型の電気式計測センサを組み合わせたハイブリッド型の長距離伝送および長期安定性に優れた地下水の物理・化学パラメータ計測装置を開発した¹⁾。また、開発した光ファイバ式多項目水質計測装置（以下、本装置）をボーリング孔内に設置し、実際の地下水の水位、水温、電気伝導度（以下、EC）、pH、酸化還元電位（以下、ORP）の計測を実施した²⁾。本報では、長距離伝送を伴う本装置の計測値の妥当性および約7カ月間に渡る長期動作を確認するため、実際の観測孔で検証試験を実施したのでその結果について報告する。

2. 観測孔における検証試験

2.1 孔内装置の設置

本装置の検証試験を実施した観測孔は、全長 35.25m、掘削径 $\phi 170\text{mm}$ 、内径 $\phi 100\text{mm}$ であり、ストレーナーは2か所に設置している。本装置による長距離伝送計測が正常に行われていることを確認する目的で、比較のための電気式計測装置（ケーブル長 70m）も設置した。本装置および電気式計測装置の設置概略図を図-1に示す。観測孔に本装置の孔内装置を設置し、孔内装置と室内に設置した光通信ユニットおよび光源ユニットを約 1,100m の光ファイバで接続、さらに光通信ユニットを計測 PC に接続することで、データ収集を継続的に室内で行えるようにした。本装置および電気式計測装置の孔内部水位センサの受圧面設置深度は各々、深度 28.20m、28.85m とし、観測孔のストレーナー区間内（深度 28.00m～29.00m）に設置した。

計測手順としては、まず本装置および電気式計測装置を所定の深度まで降下させる。次に、本装置の孔内部基盤のキャパシタ（電気を蓄えて放電できる蓄電装置）へ計測開始が可能となるまで5分程度給電した後、計測用 PC で測定を開始した。測定する物理・化学パラメータは地下水位、水温、EC、pH、ORP の5項目とし、測定頻度は1分間隔と設定した。

2.2 本装置の長距離伝送試験

約 1,100m の光ファイバによる長距離伝送の試験計測を14日間実施した。本装置と比較のための電気式計測装置の計測結果を図-2に示す。その結果、本装置において約 1,100m の長距離伝送を伴う計測はすべての測定項目で実施できた。また、水温、pH、EC、ORP については電気式計測装置との測定値の差が小さく、水位については最大 0.5m 程度の差が認められるものの、変動傾向は一致していることから、本装置が実際の観測孔内でも正常に作動していることが確認できた。よって、本装置は 1,100m 以上の長距離伝送を伴う計測が可能であることが確認された。

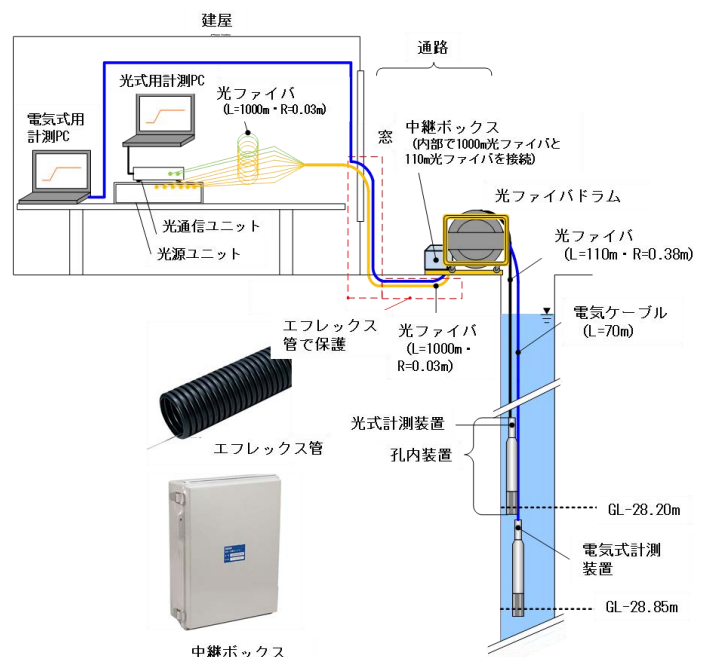


図-1 本装置と電気式計測装置の設置概略図

キーワード 地下水, 光ファイバ給電, 光ファイバ通信, 物理・化学パラメータ, 長期計測

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-485-1111

2.3 本装置による長期計測結果

本装置を用いて水温、水位、EC、pH、ORPの5項目の計測を約7カ月に渡って実施した結果を図-3に示す。停電による計測停止のため、92～96日目の4日間のデータは欠測となっているが、停電期間以外では安定的に計測できており、約190日間の長期計測を実施することができた。水温、水位、pHについては、微減・微増はあるものの7カ月を通して値は安定しており、孔内の水質環境が一定に保たれていることを示している。一方、ORPおよびECについては、110～130日目の値にばらつきが見られ、特にORPについては大きくマイナス側に变化した。正確な原因は明らかではないが、ORPおよびECが急激に変化する水質環境の変化があったとは考えづらく、気泡や懸濁物がセンサ部に付着した等の原因で一時的に値が乱れた可能性があると考えられる。

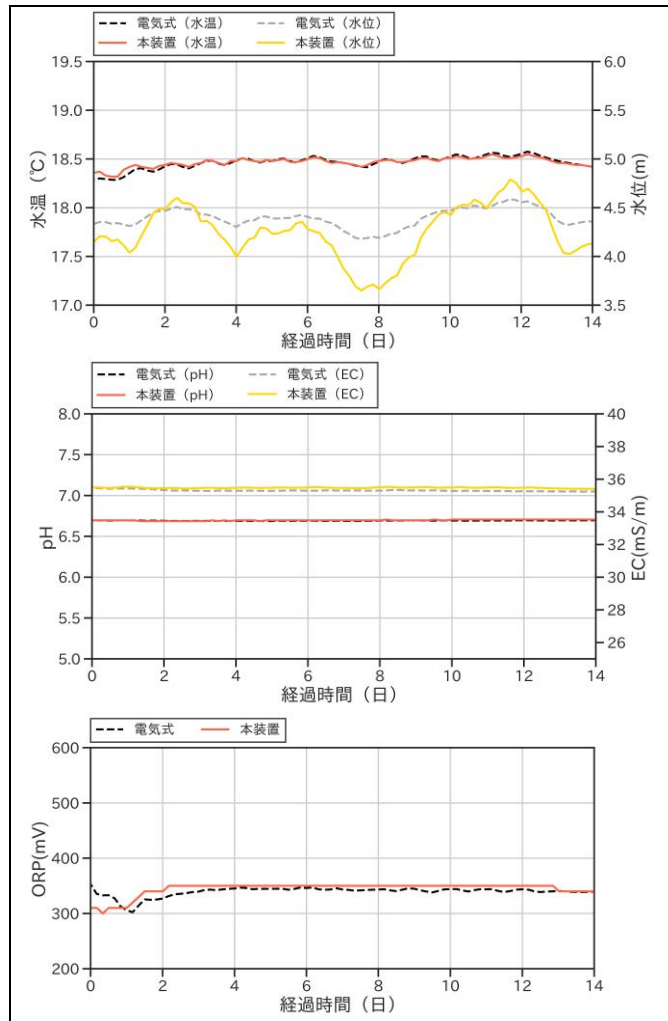


図-2 観測孔における本装置および電気式計測装置の計測結果比較

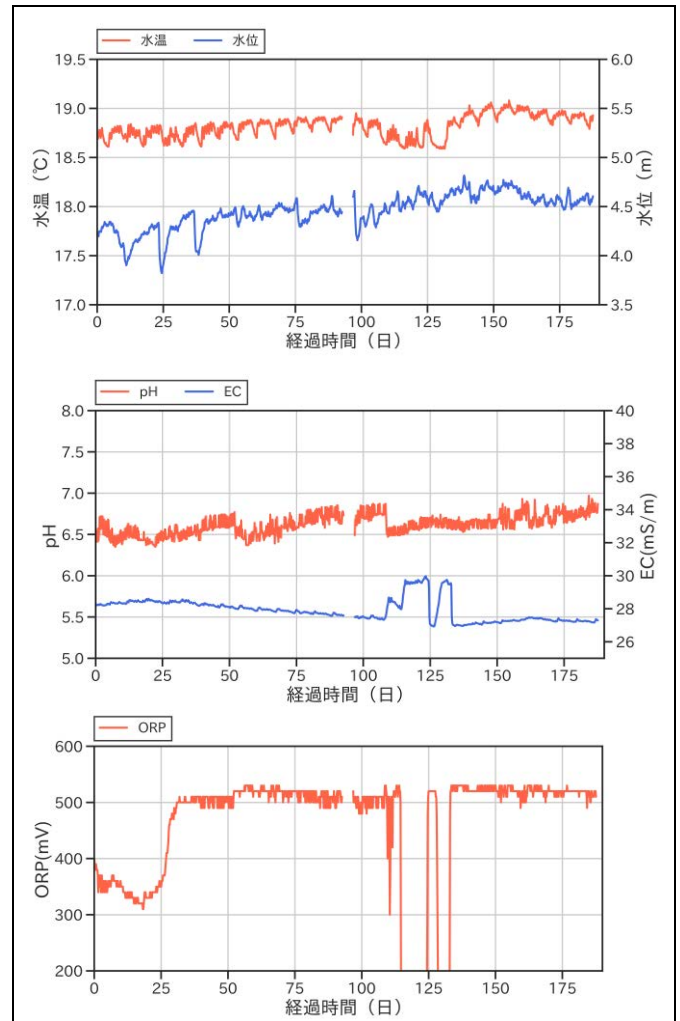


図-3 観測孔における本装置の長期計測結果

3. おわりに

光ファイバによる通信・給電の両機能と従来型の電気式計測センサを組み合わせたハイブリッド型の地下水の物理・化学パラメータ計測装置を開発した。開発した装置を用いて観測孔における地下水の水温、水位、EC、pH、ORPの計測を実施した結果、少なくとも1,100m以上の長距離伝送距離で従来型の電気式計測装置と同様の計測結果が得られること、また約190日間の連続計測が可能であることを確認した。今後は、設計上限値2,000m程度の長距離伝送による年単位での長期間連続計測を行うとともに、実適用に向けて計測実績を蓄積して行く予定である。

参考文献

- 1) 瀬尾昭治, 三好貴子, 栗原啓丞, 岩田樹哉, 竹延千良, 後藤和幸: 光ファイバによる給電・通信機能を有した地下水の物理・化学パラメータ計測装置の開発(その1), 土木学会第77回年次学術講演会, 2022(投稿中).
- 2) 三好貴子, 瀬尾昭治, 栗原啓丞, 岩田樹哉, 竹延千良, 後藤和幸: 光ファイバによる給電・通信機能を実現した計測技術の開発—地下水の物理・化学パラメータ計測装置例—, 日本地下水学会2021年秋季講演会, pp.175-180, 2021.