

平成31年4月30日

公益信託 NEXCO関係会社高速道路防災対策等に関する支援基金
受託者 三菱UFJ信託銀行株式会社 宛

研究概要書

研究課題：チップ型半導体式マルチモーダルセンサを用いた高速道路法面内の水分挙動を
モニタリングする手法の確立と適用性検討

研究代表者：岡山大学大学院環境生命科学研究科 准教授 小松 満
共同研究者：静岡大学大学院工学領域 准教授 二川 雅登
(株)アサノ大成基礎エンジニアリング 課長 田岸 宏孝

はじめに

高速道路法面の豪雨時における安全性に対する維持・管理・対策にあたっては、法面内の水分量を適切に把握することが重要である。また、耐震性に関しても、法面内に保有されている水分量が大きく影響する。既存の土中水分センサは、設置した箇所・深度におけるいわゆる点での情報であり、法面内の全体的な水分量を把握するには多くのセンサを広域に配置する必要がある。本研究では、チップ型半導体式マルチモーダルセンサを用いたトモグラフィー方式により、点から線あるいは面的な計測に拡張する手法の確立を目的とし、センサを構成するユニットの製作と実地盤での適用性を検証した。

1. 研究の目的

本研究グループは、これまで従来とは異なる新しいタイプのセンサを用い、地盤内の水分量をモニタリングする手法の確立とその有用性を検討してきた。既存センサと異なる本センサの特徴として、計測位置を自由にレイアウトできること、連動計測により2つのチップで最大数 m 程度の空間の平均的な値をトモグラフィー方式により把握することができる点が挙げられる。本研究では、これらの知見に基づき、高速道路法面の浅層における土中水分計測を目的とした改良を実施し、実際の自然斜面において適用性を検証した。

2. 開発センサの概要

本研究に用いたチップ型半導体センサを図-1に示す。半導体センサ自体は既に開発済みであり、約5mm角のチップにより温度・pH・EC・土中水分量がマルチに測定可能である^[1]。

2-1 様々な土質に対する校正測定

現場から採取した試料に対する測定を実施した結果、計測精度は±15%程度を示した^[2]。

2-2 センサユニットの製作

図-2に示すように孔壁面と密着させるためにセンサ電極の接触面積を増加させたプラスチック製のセンサユニット（直径φ50mm×長さ1m、センサ間隔20cm）を製作した。

2-3 トモグラフィー方式におけるセンサユニット間隔の検証

長さ3mの土槽でユニットの間隔を段階的に増加させた場合、いずれも測定可能であることを確認した。

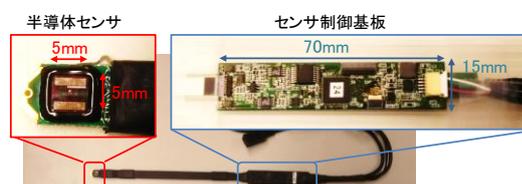


図-1 チップ型半導体式センサ



図-2 センサユニット（直径φ50mm×長さ1m）

3. 斜面現場での適用性検討

開発したセンサユニットを長野県塩尻市内の自然斜面に設置して実地盤での適用性を検証した。図-3に計測システムの概略図、図-4に設置後の様子を示す。計測は深度方向に1mの範囲で5点とし、あらかじめセンサユニットよりも直径が小さなパイプを打ち込み、引き抜くことで作った孔に打撃により直接挿入した。なお、ユニット間は2mとした。図-5および図-6に市販センサと開発したセンサユニットの計測結果を示す。ここで、センサユニットは2つの同一深度のユニット間での結果を示している。全体的な計測値の変動は類似しているものの、開発センサの方がやや低い値を示した。市販センサの計測位置が下方に離れていることもあり、絶対値を直接比較することは出来ないことから、実際の計測精度はセンサ周辺で実際に土をサンプリングした結果に基づいて評価する必要がある。

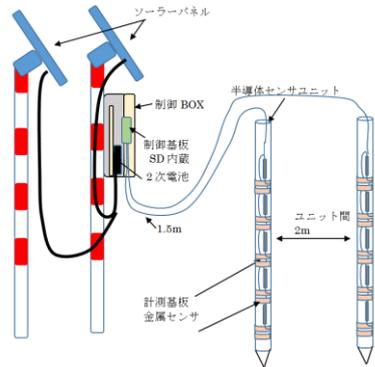


図-3 現地計測システム概略図



図-4 現地計測の様子（長野県塩尻市内）

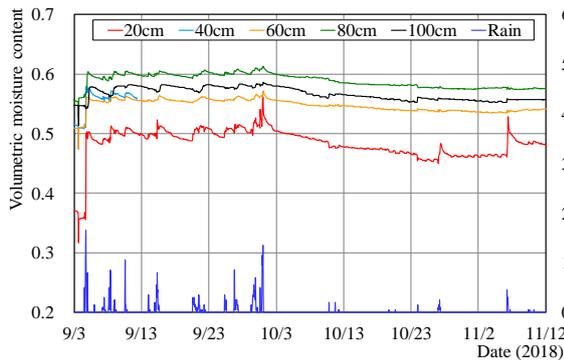


図-5 計測結果（市販センサ）

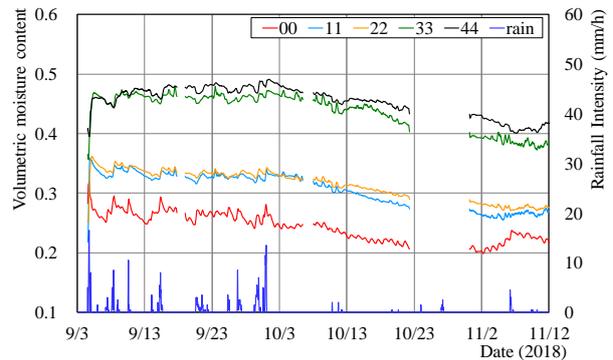


図-6 計測結果（開発センサ：同一深度間）

4. まとめ

本研究では、チップ型半導体式マルチモーダルセンサを用いたトモグラフィー方式での土中水分量の計測手法の確立を目的とし、センサユニットの製作と実地盤での適用性を検証した。市販センサとの計測値を比較したところ、降雨に対する反応は概ね同様であったものの、水分量の絶対値が低い結果を示した。今後の実用化に向けた取り組みとしては、校正測定の実施と現地でのサンプリング結果に基づく計測結果の詳細な評価が挙げられる。

【参考文献】

- [1] Futagawa M., S. Ogasahara, T. Ito, M. Komatsu, Y. Fuwa, H. Hirano, I. Akita, K. Kusano and M. Watanabe: Fabrication of a low leakage current type impedance sensor with shielding structures to detect a low water content of soil for slope failure prognostics, *Sensors and Actuators A: Physical*, Vol.271, pp.383~388, 2018.
- [2] Komatsu, M., M. Futagawa and Y. Fuwa: Evaluation of the calibration accuracy of soil moisture using a new microchip sensor, *8th Int. Conf. on Geotechnique, Construction Materials and Environment*, Kuala Lumpur, Malaysia, pp.317~322, 2018.