

氏名	MARTIN SCHRECK
授与した学位	博士
専攻分野の名称	工学
学位授与番号	博甲第1899号
学位授与の日付	平成11年3月25日
学位授与の要件	自然科学研究科生産開発科学専攻 (学位規則第4条第1項該当)
学位論文の題目	Research on the Application of Distributed Intrinsic Fibre Optic Temperature Sensing for Geotechnical Engineering (光ファイバー温度センサーを用いた地盤工学における計測 法に関する研究)
論文審査委員	教授 西垣 誠 教授 奥村 樹郎 教授 藤井 弘章

学位論文内容の要旨

Subsurface engineering constantly demands for new monitoring systems in order to investigate the sometimes very complicated processes inside a subsurface. Temperature can be used as a tracer because in many cases the processes which occur cause direct thermal changes in the surrounding environment or processes can be located due to changes in thermal subsurface properties. During the past 4 years we have been working on development of a nD-monitoring system for subsurface processes. The application of Distributed Intrinsic Fibre Optic Sensor Technique (DTS) together with 1D, 2D, 3D numerical simulation models offer the best way for data interpretation. The DTS was applied for measuring thermal processes in the subsurface. The results of a numerical nD-model have been used to compute natural processes inside the subsurface. These results were then filtered from the measured data. This enables the determination of the depth level of thermal contamination, differentiation of zones with different thermal properties, detection of water conducting fractures in the rock mass, computation of flow rates and the computation of the subsurface permeability.

The experiment sites are located in Japan and Germany. The results of the experiments on different locations were summarised in order to define and describe a design for a nD-Monitoring system for Geo-Environmental engineering using DTS technique. The described system can be applied for any task where thermal changes occur. Such a site could be a contaminated aquifer, waste-dump, nuclear-waste dumpsite, compressed air storage or hot-dry-rock site among others.

論文審査結果の要旨

本研究は光ファイバーセンサを用いて、地盤内の温度分布を計測することによって、地盤工学上の種々の問題を解決しようとするものである。研究の内容は大きく3つあり、第一に露天掘りの鉱山の再冠水時の地盤の汚染箇所の計測、第二に斜面内の排水工内に温水を注水し、その内部の温度変化を計測して、斜面内の土質の分布（砂質土か粘性土）を計測する方法の開発、第三に岩盤内の透水性を評価するために、鉛直のボーリング孔内に温水を注水し、その温度変化を計測することによって、ボーリング孔内の地下水の動きを推定する手法を開発した。

光ファイバーセンサで地盤内の温度分布を精度良く計測する手法はすでになされている。しかし、本研究では $\pm 0.05^{\circ}\text{C}$ の精度で、 $\phi 1\text{mm}$ 程度の光ファイバーセンサを1本地中に挿入することによって25cmピッチでのそれぞれの深さでの温度計測が可能であるシステムを地盤工学での種々の分野への適用性について提案した。なお、従来のサミスター温度計による計測と光ファイバーセンサとを比較するために、その精度と適用性について検討し、光ファイバーセンサの方が応用性があることを示した。

この計測手法を露天掘りの鉱山の空洞を湖として再冠水した時の地盤内の鉱物の酸化による発熱現状を原位置で計測した。その結果、地盤内の汚染箇所が評価できることが分かった。

斜面内に設けた排水孔内に温水を注入して、その内部の温度変化を計測し、斜面を構成している土質の違いを熱伝導係数や比熱の差によって識別した。

最後に、岩盤内に設けた200mのボーリング孔に温水を注入して、その内部の温度変化を計測することによって、ボーリング孔内の亀裂の中で、地下水が流動する亀裂と流動しない亀裂の識別を行った。また、その温度の変動速度より、ボーリング孔内の各深度での透水性を評価した。なお、この計測では光ファイバーケーブルを4方向に配置しており、その結果より、亀裂の異方性も計測しようとしたものである。

本研究は、上記に示すように、従来きわめて困難であった地盤工学上の種々の問題を解決するために、新しい3つの計測方法を提案しており、その成果は地盤工学に関する研究できわめて有益な示唆を与えるものである。よって、本学位審査会は、本論文が博士（工学）の学位に値するものと判断した。