

審査の結果の要旨

氏名 細谷 真一

放射性廃棄物の処分・埋設施設では、地上からのボーリング調査、地下の坑道を利用した調査を通じて、現況の地下水流動が把握され、天然バリアの性能が評価される。地下の坑道を利用した調査は、長い時間と大きな費用が必要となるため、それ以前に施設の成立性を概略評価することが求められている。しかし、地上からの限られた数量のボーリング調査だけでは、これに必要な情報が十分に得られない場合があるものと考えられる。この研究が取り上げている鉛直方向の透水係数と比貯留係数も、施設の成立性を判断する場合あるいは地下の坑道を利用した調査の計画を立案する場合に重要な水理特性であるが、従来の方法では測定が難しいパラメータである。すなわち、地上からのボーリング調査の段階で、鉛直方向の透水係数と比貯留係数の概略値を簡便に評価する方法が求められている。

そこで、著者は、顕著な透水異方性が認められる場合のある堆積軟岩を対象に、気圧変動に伴う間隙水圧の応答を利用した鉛直方向の透水係数と比貯留係数の評価方法を提案することを本研究の目的としている。気圧変動に伴う間隙水圧の応答を利用して水理特性を評価する方法は、従来も提案されているが、これらの方法では情報量に比べて未知数が多過ぎるため、未知数を一意に決定できないことが課題であった。

著者は、上述の課題を解決するために、間隙水圧を複数の深度で測定して情報量を増やすことを提案している。また、複数の深度で得られた気圧変動応答から、不飽和帯のパラメータを除去した評価式を導き、未知数を減らしている。さらに、地盤・岩盤を等方材料と仮定して導かれていた従来の気圧変動応答の理論を、堆積軟岩に相当する水平面内等方材料に拡張している。これらの理論的研究に基づいて、著者は、複数の深度で測定した間隙水圧の気圧変動に対する応答から、鉛直方向の透水係数と比貯留係数を評価する方法を具体的に提案している。

さらに、著者は、提案した評価方法を実フィールドに適用するために、単一孔で複数深度の間隙水圧が測定できる多深度モニタリング装置を新たに開発している。この装置では、井戸貯留を極めて小さくすることに成功しており、このことによっても、従来の評価方法

が含んでいた未知数を減らしている。

次に、開発したモニタリング装置を新第三紀の堆積岩地域に設置し、得られたデータに対して提案した評価方法の適用性を検討している。この結果、不飽和帯が存在しない場合と存在する場合のそれぞれについて、気圧変動に伴う間隙水圧応答から、提案した評価方法に基づいて、鉛直方向の透水係数と比貯留係数が実用的な幅で評価できることを示している。また、鉛直方向の透水係数と比貯留係数を適切に評価するためには、複数の深度で間隙水圧を測定することが有効であることを示している。

本研究で開発した多深度間隙水圧モニタリング装置は、長期間のモニタリングが可能な設計条件で製作しているため、放射性廃棄物の処分・埋設事業においても、地下坑道の建設前から長期間にわたるモニタリングデータの取得に利用することができる。すなわち、このモニタリング装置によって、地下坑道建設前のバックグラウンドおよび坑道建設に伴う影響に関するデータを得ることができる。著者は、これらのモニタリングデータを活用して工学的に有意義なデータを得る調査体系を提案しており、気圧変動応答を利用した水理特性評価方法もその一部と位置付けている。このようなモニタリングデータを利用した物性の評価は、地下水流動再現・予測の高精度化に寄与するものであることに加えて、試験に基づく物性評価方法に比べると、適用条件が限られるものの、経済的な方法であり、社会的な要請に対しても即した方法である。

この研究では、放射性廃棄物処分・埋設事業を工学的問題として取り上げているが、著者は、開発したモニタリング装置、モニタリングデータの評価方法、モニタリングデータを活用した調査体系は、放射性廃棄物処分・埋設事業以外にも応用可能であることを述べている。したがって、本研究の成果は、今後のモニタリングデータの活用方法の可能性を具体的に示したものであり、工学的意義が大きいものと認められる。また、モニタリングの重要性や経済性の考慮は、社会や技術の動向と一致しており、本研究が主張する考え方は今後の発展が期待できるものである。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。