

透水係数の測定時間の短縮を目的としたトランジェントパルス法の改良

Arrangement of transient pulse method for the quick measurement on permeability

坂口 真澄 [1]; 谷川 亘 [2]

Masumi Sakaguchi[1]; Wataru Tanikawa[2]

[1] (株) マリン・ワーク・ジャパン; [2] JAMSTEC

[1] MWJ; [2] JAMSTEC

はじめに

断層帯の透水係数は断層帯近傍における地質学的時間スケールおよび動的なすべり時間スケールにおける間隙水圧変動に関係する重要な物性である。断層粘土をはじめとした難透水性の岩石の透水係数を測定する方法として、トランジェントパルス法、間隙圧振動法及びフローポンプ法が挙げられる。本発表では、トランジェントパルス法について、その問題点として挙げられる測定時間の長さを短縮することを目的とし、測定装置の改良及びその有用性を報告する。また、本装置は、IODP 試料を用いた研究に向けて製作・改良を行ったものであるが、今回台湾チェルンブ断層掘削計画 (TCDP) で得られたコア試料について、透水係数と間隙率の測定結果を報告する。

測定システム

本装置の封圧は、最大 200MPa まで加圧でき、間隙圧は、ハイドロポンプ及び高圧窒素ガスによる加圧を行うことができる。また、間隙圧は、簡便に加圧方法を変えることのできるシステムとなっている。現在のところ、間隙圧は最大約 2MPa まで加圧することができる。上流側にハイドロポンプ、貯留タンクおよび水用レギュレータを組み合わせることで、上流側の圧力を一定に保つことができ、また、下流側貯留容量を約 4cc とし、システムの体積を縮小することで測定時間の短縮を図った。なお、透水係数の算出は Zoback and Byerlee (1975) と Walls et al. (1982) で報告されている解析解を用いた。

結果

本装置を用いて、花崗岩 (稲田花崗岩)、石英質砂岩 (カルサイトに充填されている)、石灰岩について、トランジェントパルス法を用いて透水係数の測定を行った。各岩石とも封圧の増加とともに透水係数は減少し、封圧 100MPa では、初期封圧時 (20MPa) の値に対し、約 1 桁減少した (稲田花崗岩: 1×10^{-19} から $2 \times 10^{-20} \text{m}^2$ 、石英質砂岩: 4.5×10^{-17} から $5.5 \times 10^{-18} \text{m}^2$ 、石灰岩: 1.6×10^{-16} から $3.0 \times 10^{-17} \text{m}^2$)。稲田花崗岩の測定結果は、過去に報告されている透水係数及び本装置で定流量法によって求めた透水係数とほぼ同じ値を示している。また、他の 2 つの岩石の透水係数については、トランジェントパルス法と定流量法の値とほぼ同じであった。測定時間は、過去に報告されている結果よりも約 1/10 と優位に短い。また、間隙差圧を一定にし、測定を行ったところ、間隙水圧が大きくなるほど浸透係数は大きくなる傾向が認められた。ハイドロポンプを用いずに高圧窒素ガスを用いて直接水を加圧する場合は、ガスの水への溶解が懸念される。しかし、本装置で用いた間隙圧下 (2MPa 以下) では、透水係数に大きな影響を及ぼさないことがわかった。以上の結果は、本装置を用いた透水係数の測定が有用であることを示唆しており、今後難透水性の岩石の透水係数を測定するうえで活用されることが期待される。ただし、より正確な透水係数を導くためには、より厳密な解析解を用いたフィッティングカーブにより解析する必要がある。また、現在、間隙圧をより大きな条件 (最大 40MPa) で測定できるようなシステムを構築している段階であり、より幅広い条件下での測定も可能にしていく予定である。