

岩石の透水試験手法について

On Hydraulic Conductivity Test Methods in Rocks

高橋 学[1]

Manabu Takahashi[1]

[1] 産総研

[1] GSJ

<http://www.gsj.go.jp/AIST/GE>

岩石内の移流特性として透水係数を考えると、基本的にはダルシー則に従い圧力勾配（動水勾配）によって支配される。この圧力勾配の与え方によって、透水試験手法は定水位、変水位、トランジェント・パルス、フローポンプ、オシレーション（正弦波圧力）等に分類される。ここでは、それらの測定手法上の違いについて簡単に触れ、それぞれの長所・短所についても紹介する。また、透水試験手法としては位置付けられていないが、遠心載荷手法による流体の flux から透水係数をも評価する手法についても述べたい。おおまかに最近の動向について整理すると以下ようになる。

- ・定水位法は岩石供試体の両端間に一定の水頭差を与え、一定時間当たりの流量から透水係数を評価する手法である。変水位およびトランジェント・パルス法は一定水圧を与え、その時間変化から求める手法、フローポンプ法は低流量を与えた時の供試体両端間の差圧から求める手法、オシレーション法は任意の周波数と振幅の正弦波を与え、位相遅れと振幅の減衰から求める手法である。

- ・解析は 1 次元の拡散方程式および各手法の初期条件と境界条件から求められる。貯留の項（即ち、圧力変動に対する供試体内の流体変動量に依存する係数）を無視する、あるいは無視できるような実験条件で行う場合には、簡易解あるいは定常解で求められる。

- ・トランジェント・パルス法は Brace ら(1968)によって提案され、厳密解が Hsieh ら(1981)によって提案されている。Brace の簡易解に装置や流体の圧縮貯留性能を考慮して透水係数を求めると、厳密解との差がなくなることが加藤ら(2001)によって指摘されている。

- ・フローポンプ法は Olsen(1966)によって提案され、Morin ら(1987)が厳密解での解析を行い、更に装置・配管系の圧縮貯留性能を考慮した非定常厳密解が Esaki ら(1996)によって提案されている。

- ・装置類の圧縮貯留性能を考慮した非定常厳密解が張他(1998)、Zhang ら(1998、2000a、2000b)によって定水位、変水位、トランジェント・パルス法に適用されている。

- ・透水係数および貯留係数に関しては上述した透水試験以外に、間隙水圧の消散過程と歪から求める手法が徳永ら(2001)によって報告されている。

- ・フローポンプ法で貯留係数を評価する場合、装置の圧縮貯留性能は供試体のそれよりも小さくしないと貯留係数の誤差が大きくなることが亀戸ら(2001)によって指摘されている。

- ・低圧下における流体の移動特性を X 線 CT から求める手法が菅原他(1999)、佐藤他(2002)、広野他(2001)によって報告されている。また、遠心載荷手法による flux の時間変化から透水係数を評価する手法も高橋他(2002)によって報告されている。

- ・透水係数については非定常厳密解により、既存の透水試験手法が整理できたものと思われる。貯留係数については、花崗岩のような間隙率の小さな岩石について非定常厳密解と圧力変化及び歪から求めた手法とで異なる値を示している。この点については、貯留係数の岩石内における実態解明と併せて、今後の議論が必要と思われる。