

1. はじめに

岩盤浸透流解析は、ダム、トンネル、地下空洞等多方面にわたって応用が試みられているが、流れを支配する要因として地質分界面(断層・破碎帯等)の分布および地質性状が最も重要である。本論文ではとくに、断層・破碎帯の地質性状に着目し、それぞれの地質性状をもつ断層・破碎帯の透水性を、室内実験および現場透水試験に基づいて評価するとともに、それが実際の浸透流解析に及ぼす影響を数値解析によって検討した。

2. 断層・破碎帯の地質性状と透水性

断層・破碎帯は、地質性状から次の3つのタイプに分類することができる。

- 1) cleanな節理が密集した破碎帯
- 2) 角礫・細片化した破碎帯
- 3) 断層粘土をはさんだ破碎帯

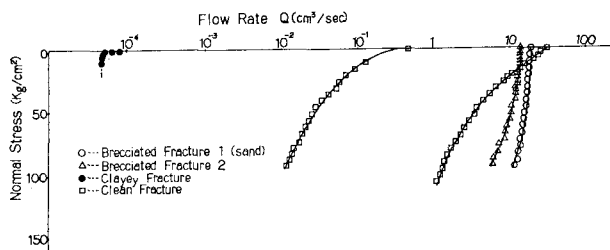


図-1 断層・破碎帯の地質性状と透水性(流量)

図-1は、それぞれのタイプの破碎帯の透水性を評価するため、円筒形岩石試料を軸方向に垂直に破碎し、放射流を流した室内実験により、上載圧と流量の関係を測定し、現場透水試験と比較してプロットしたものである。モデル化に当たって、図-1から次のような特徴を挙げるができる。

cleanな破碎帯は上載圧(深度)の増加にともなって透水性の低下が著しく、深度による透水係数の分布を考慮する必要があるが、細片化した破碎帯では、上載圧の増加にともなう透水性の低下は比較的小さくモデル化に際しては、深度方向の透水係数の変化よりも、破碎帯の中や位置の方が重要である。また粘土をはさんだ破碎帯では、ゆるみ領域を除いては、透水係数にはなり得ないほど透水係数は小さい。

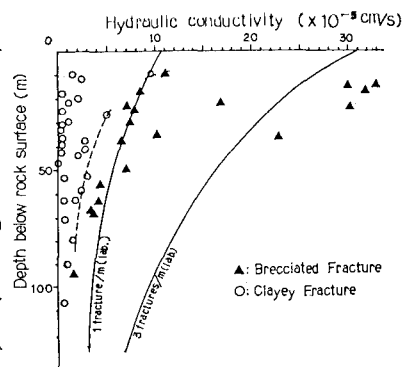


図-2 深度と透水性

図-2は、花こう岩地域の現場透水試験値(ルジオン値)を地質性状によって分類し、深度方向の透水係数の変化をプロットした一例である。図中の実線は、cleanな節理が1m間に1本および3本の割合で存在する場合について、室内実験から求めたものである。角礫・細片化した破碎帯は、深度に対して図に示す程度しか変化しないのに対して、cleanな節理が密集すれば、地下浅所では深度方向に著しい透水係数の変化が予想される。

また、近藤・小島(1981)¹⁾によれば、いくつかの硬質・粘滲質岩盤地域における現場透水試験と室内試験から得られた、深度と透水係数の関係は、ばらつきはあるが、どちらをも片対数紙上でほぼ同じ勾配をもつ直線で近似される。このことは、後述する深度に対する透水係数の分布のモデル化に当り、有効な指針を与えるものである。

3. 透水性評価の影響度

以上の点を考慮した浸透モデルによつて、断層・破砕帯の透水性評価が実際の流れに及ぼす影響度を、有限要素法を用いて検討した。モデルはできるだけ簡便化し、水面下の岩盤中の地下空洞への湧水問題を取り上げた。解析には2つのモデルを用い、両モデル共に次の境界条件下で解かれている。

上面：圧力水頭 $P/w = 10m$

側面：静水圧 (上面 $P/w = 10m$ 、下面 $P/w = 60m$)

各々のモデルの詳細と解析結果は次のようである。

○ Case 1 (clean な節理が密集した断層破砕帯断面に地下空洞が存在する場合)

上記の現場および室内実験結果から、図-3に示す透水係数を分布させた。流速分布は図-4に示し、空洞への流入量は奥行き1m当たり、130 l/min 程度である。インタクトな岩盤 ($k_{xx} = 1 \times 10^{-6} \text{ cm/sec}$, $k_{yy} = 1 \times 10^{-7} \text{ cm/sec}$) および角礫・細片化した断層破砕帯 ($k_{xx} = k_{yy} = 1 \times 10^{-5} \text{ cm/sec}$) の場合の流入量はそれぞれ0.3 l/min および60 l/min であり、この例では上記の断層・破砕帯の地質性状の違いにより、0.3 ~ 130 l/min の範囲内で流入量が変化する。

○ Case 2 (トンネルに斜交してタイプの異なる断層破砕帯が分布する場合)

Fault 1はclean な節理の密集部であり、Fault 2は角礫・細片化した断層破砕帯である。図-6の流速分布で見られるように、断層破砕帯が主な透水係路であり、まわりの岩盤の浸透は断層部に比較して無視できるほど小さい。また同じ規模の断層でも、Fault 1と2では図に示すように、湧水量に相当の差を生じている。

4. 結論

岩盤浸透に断層・破砕帯の位置や規模が及ぼす影響は非常に大きい。断層・破砕帯の地質性状も、透水性を評価するに当たって見のがすことができない要因の一つである。地質性状を考慮した岩盤の透水性は、現場および室内実験から評価することが可能であり、この透水性評価に基づいた浸透流解析が望まれる。断層・破砕帯の分布も含めて、さらに進んだ透水性評価が必要であり、これについては別の機会に報告する予定である。

参考文献

(1) 近藤比呂志、小島孝二(1981):断層・割れ目中の地下水流れに関する実験的考察, 日本鉱業会春期大会講演集

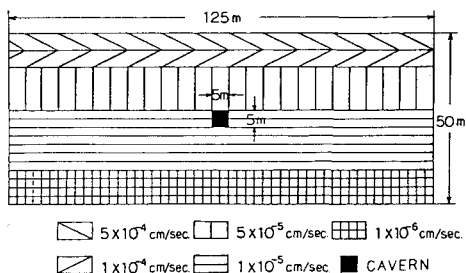


図-3 透水係数の分布

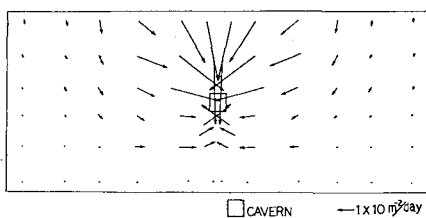


図-4 流速分布

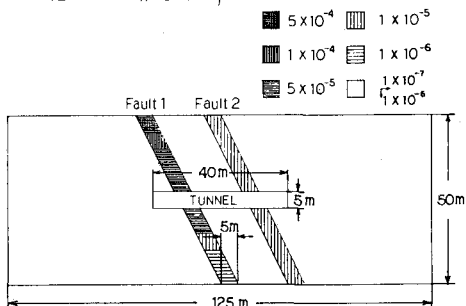


図-5 断層位置と透水係数の分布

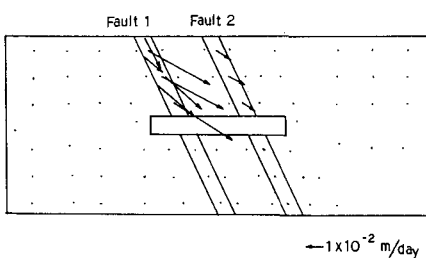


図-6 流速分布