

ベンチレーション式蒸発量試験と透水試験の関係について

東京電力(株) 正会員 日比野悦久 南将行
東電設計(株) 正会員 ○谷智之 小山俊博 池谷貞右

1. はじめに

本報告では、発破工法で掘削した坑道周辺の掘削影響領域(EDZ)において、短い区間長でのベンチレーション方式による蒸発量試験および透水試験を同一ボーリング孔内で実施し、それぞれの結果を比較した結果について報告する。

2. 試験の概要

原位置試験は発破工法で掘削後約5年経過している無巻きの坑道(地山被り 500m, B=3.2m, H=3.2m)で実施した。試験箇所地質は粗粒砂岩、礫岩が主体で一軸圧縮強度は150Mpa程度であり非常に硬質な岩盤である。試験孔は、 $\phi 100\text{mm}$ の水平孔を上下50cm離れて2本(上部:U孔, 下部:D孔)を坑壁より5m掘削している。また、坑壁近傍部の水理特性を把握するために、坑壁に厚さ30cm程度のカバーコンクリートを打設し、カバーコンクリート部分にパッカーを装着し、坑壁近傍部での測定ができるようにした。蒸発量試験、短区間透水試験はU孔にて試験孔掘削後約半年後に行った。また、蒸発量試験における測定値の意味合いについて考察するため、2孔内で確認された連続性を有すると判断される代表的な割れ目に対して、蒸発量試験を利用し水理的な連続性を確認する試験を実施した。連続性確認試験の概要を図-1に示す。

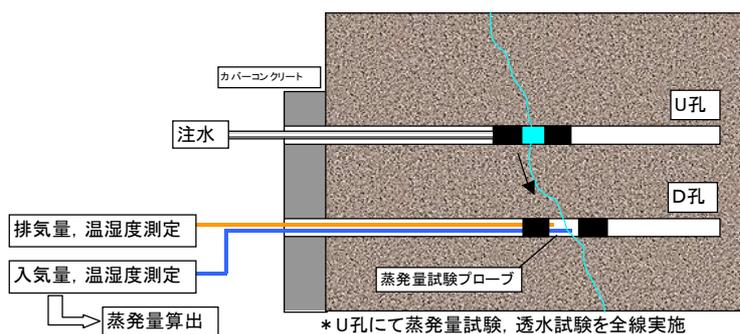


図-1 蒸発量試験装置を利用した連続性確認試験

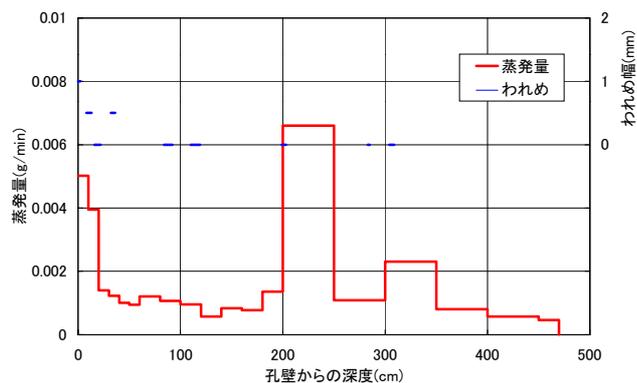


図-2 蒸発量試験結果(U孔)

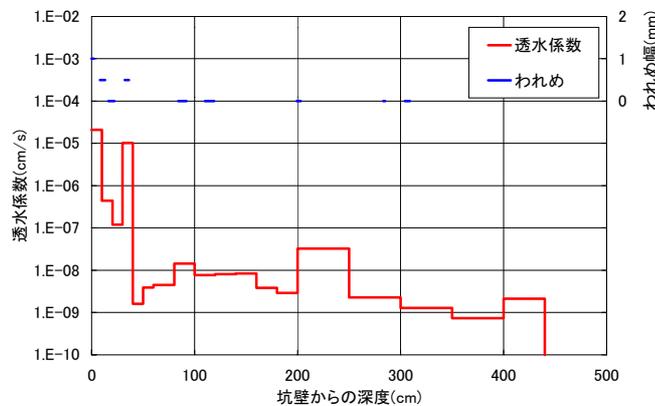


図-3 短区間透水試験結果(U孔)

3. 試験結果と考察

U孔における蒸発量試験結果を図-2に、短区間透水試験結果を図-3に示す。同図にはBTVで確認された割れ目も記載した。

蒸発量並びに透水係数が高い区間では割れ目が認められる。透水係数は特に坑壁より40cmの区間でその他区間に比較して10~1,000倍程度高く、これらの区間では相対的に開口幅も大きいことから、掘削による影響が岩盤の透水係数に影響を与えていると考えられる。

次に連続性確認試験結果を図-4に示す。

連続性確認試験では、U孔における注水圧力を0.04, 0.1, 0.2, 0.3Mpaと4段階変化させ、そのときのD孔

キーワード：蒸発量, 短区間透水試験, 掘削影響領域, 不飽和領域

〒110-0015 東京都台東区東上野 3-3-3 / TEL:03-4464-5182 / ttani@tepsco.co.jp / 谷 智之

における蒸発量を測定した。測定にあたっては予めU孔の透水試験時にD孔における割れ目からの湧出状況を確認し、U孔注水区間を深度 200-250cm, D孔蒸発量測定区間を深度 250-300cm とした。U孔における注水圧とD孔における蒸発量の関係を図-4 に示す。蒸発量は注水圧の上昇に応じてほぼ線形に増加しており、本地点で測定された蒸発量は動水勾配の影響を強く受けていると考えられる。この点からU孔からD孔へ供給された水分であることが推察される。

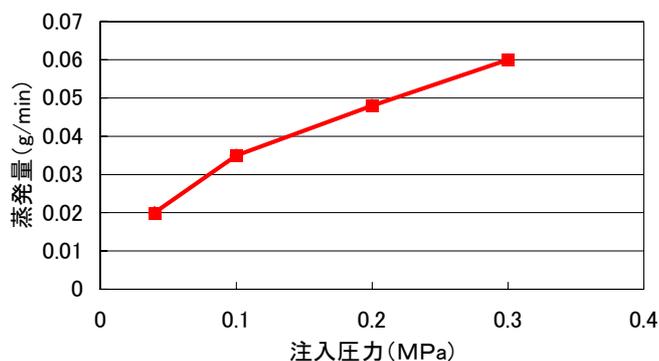


図-4 連続性確認試験結果

次に蒸発量と透水係数の関係について考察する。割れ目の存在は蒸発量や透水係数に大きく影響する。そこで、割れ目が分布する測定区間について、蒸発量と透水係数の関係を整理した（図-5）。深度方向の変化に着目すると、透水係数は 1/10000 程度に減少しているのに対して、蒸発量は 1/10 程度減少しているにとどまっている。今、蒸発量は飽和・不飽和の影響を受け、ダルシーフロー的に孔内に水分が供給されていると考え、蒸発量を以下の式で定義した。

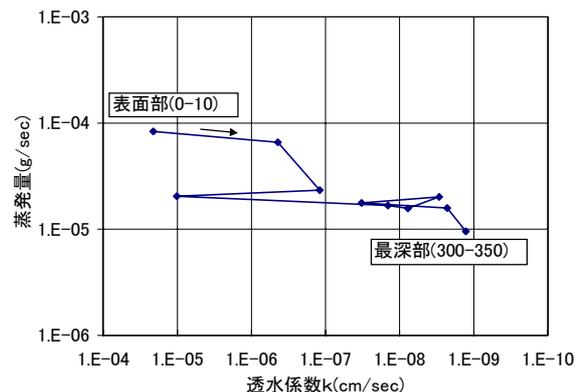


図-5 蒸発量と透水係数の関係

蒸発量 $E_v = \alpha kA(P_0/l)$ (1)
 k :透水係数 A :通水断面積 P_0 : B_0 孔周辺の地下水圧
 l :影響範囲 α :飽和に係わる係数

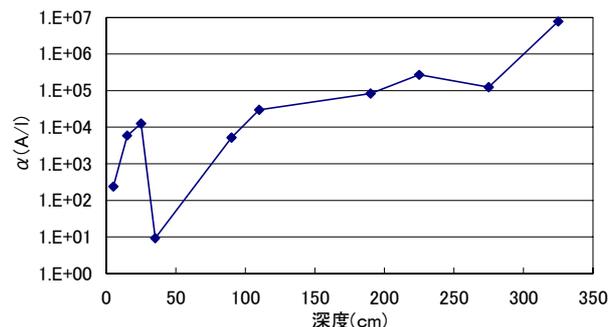


図-6 深度方向の $\alpha (A/l)$ の傾向

ここで、 k , P_0 は測定値であり未知数は α, A, l であり、(1)式は以下のように書き換えられる。

$$\alpha (A/l) = E_v / kP_0 \quad (2)$$

A, l を一定と仮定し、 $\alpha (A/l)$ を飽和度の傾向と考え、孔内深度との関係を整理した(図-6)。

$\alpha (A/l)$ は、深度が深くなるにつれて増大を示している。

これは飽和度が定性的に深度方向に向かって増大していることを示していると考えられる。一般的には坑道から地山深部に向かうにつれて、掘削並びに坑道内の環境条件の影響を受けないため、岩盤の飽和度は上昇すると考えられ、この傾向が $\alpha (A/l)$ の傾向にも表れている。

4. まとめ

本検討ではベンチレーション式蒸発量試験において割れ目が水みちとして機能しているような岩盤では、測定される蒸発量が地下水圧によって供給される地下水の量を測定している可能性が高いことを示した。さらに、このようなメカニズムが成り立つ岩盤では、蒸発量試験と既開発の短区間透水試験*を組み合わせることによって、坑道周辺に形成される不飽和領域の範囲の推定ができる可能性があることを示した。今後は室内試験等で今回のメカニズムの確認をすると共に軟岩等メカニズムが異なると思われる岩盤等を対象に原位置試験を行うこととしたい。

【参考文献】

日比野悦久ら：ベンチレーション方式による短区間蒸発量試験結果について、第56回土木学会年次講演会

*南将行ら：坑道周辺の掘削影響領域の水利特性把握を目的とした短区間透水試験装置の開発、第56回土木学会年次講演会