

Ⅲ-A260 Evaporation Logging System による低蒸発量測定法の検討

埼玉大学大学院 学生員○吉沢達夫

ハザマ 正会員 今井 久

核燃料サイクル開発機構 正会員 三枝博光

埼玉大学理工学研究科 正会員 渡辺邦夫

1. はじめに

難透水性粘土質堆積軟岩の水理学的・地球化学的・岩盤力学的特性等を調査する国際共同研究(Mt. Terri Project)の一環として筆者らは、Evaporation Logging Systemを開発している。Mt. Terriに見られるような粘土質堆積軟岩では、通常の注水試験による透水性評価が難しい。そのため、換気した試錘孔の壁面からの蒸発量と壁面のサクション圧を測定して透水性の同定を行う本手法が開発されることとなった。

2. 装置の概念

本装置及び計測法の概略を図.1に示す。本装置は、①ダブル・パッカーで仕切られた試錘孔内をベンチレーションし、その区間の全体的な蒸発量を入気・排気の湿度差より求めることと、②移動センサーで計測された孔軸方向の絶対湿度分布から高蒸発部を把握し、そこからの蒸発量の算定をすること、の2つの機能を併せ持つ。

本装置を用いて Mt. Terri の鉛直ボーリング孔で原位置予備試験を行った結果、蒸発量の場所的变化が捉えられることが分かった。しかし、その精度の検証にはまだ問題があった。また、流入風量が測定精度に大きく影響していること等の問題も指摘された。よって今回、低蒸発性岩盤における本装置の適用性の検討と測定精度の向上を室内試験により行った。

3. 室内試験

今回は、試料として蒸発性の低い砂岩を用い、アクリル製の模擬ボーリング孔と同径の穴を削り貫き、その面以外には水分の漏出を防ぐためゴム性粘着材を塗布した。試験前には、試料の水浸により飽和度を高めた。そうした試料を模擬ボーリング孔で挟み込むことで蒸発点を設けた(図.2)。計測は、まずベンチレーション(入気風量: 24 l/min)を行い孔内の定常を取った後、孔内のセンサーを2 mm/s の速度で下流から上流へ移動させ、温度・湿度の場所的变化を測定した。実験では砂岩壁面とセンサーの位置を変えて計測を行った。その結果を図.3に示す。図中、蒸発を与えた位置を併せて示している。その結果、センサー設置台座より30 mm(孔壁より約1 cm)で蒸発量の変化を捉えられているものの、他の位置

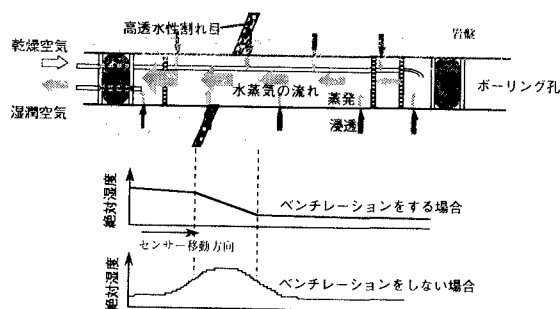


図.1 測定概念

が捉えられることが分かった。しかし、その精度の検証にはまだ問題があった。また、流入風量が測定精度に大きく影響していること等の問題も指摘された。よって今回、低蒸発性岩盤における本装置の適用性の検討と測定精度の向上を室内試験により行った。

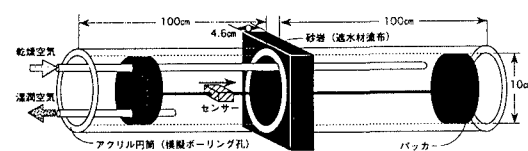


図.2 室内試験概況

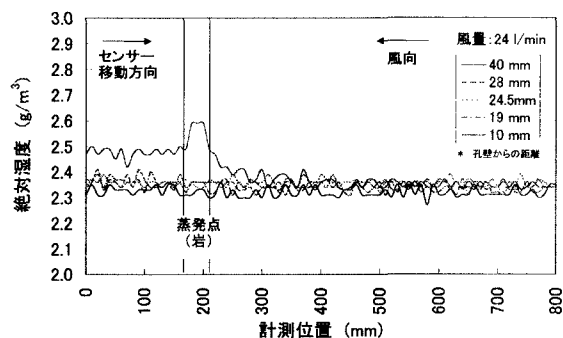


図.3 センサー位置が精度に及ぼす影響

キーワード: Evaporation Logging System、粘土質堆積軟岩、蒸発、ボーリング孔、原位置試験

連絡先: 埼玉大学理工学研究科 渡辺邦夫 埼玉県浦和市下大久保 255 Tel.048-858-3571 Fax.048-855-1378

ではほとんど蒸発点を捉えられていないことが分かる。これは、蒸発量の大きさと風量に比べてセンサー精度が異なることが考えられた。そのため、風量を変化させて同様な試験を行った。

4. 風量の影響

装置の機構上、制御が可能な最小風量：15 l/min で測定した結果が図.4である。これでもほとんど変化が捉えられなかった。そこで風量、つまり入気を止めて計測を行うことを考えた。これは、比較的大きな蒸発を呈する岩であれば、絶えずベンチレーションをしていなければ孔内は僅かの間に飽和状態に達してしまい移動センサーによる湿度の場所的変化が捉えられなくなってしまうが、試料からの蒸発量が小さいためそれが可能と判断した。試料の設置から計測開始まではベンチレーションを行い定常を取った後、入気を止め直ぐに測定を開始した。その結果が図.4である。明瞭に蒸発点を捉えていることが分かる。つまり、かなり小さな蒸発でもその位置や量が把握し得る可能性があることが示された。問題はその変化かつ蒸発量を算定することである。このためにはボーリング孔内の水分分布を解析する必要がある。

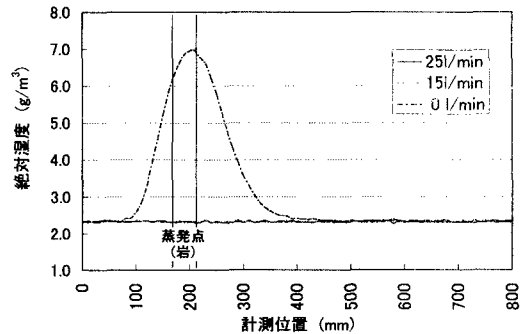


図4 風が計測に与える影響

5. 数値解析

無風状態では空気中水分は分子拡散により移動すると考えられる。よって二次元の基礎式は以下となる。

$$\frac{\partial u}{\partial t} = D_m \left(\frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial r^2} \right) + q$$

ここに拡散係数: D_m として渡辺らの報告²⁾により 0.2485 cm²/s (20℃)である。解析には二次元有限要素法を用いた。今回は解析の可能性を調べるため、実験条件を念頭に置きつつも仮想的な境界条件で行った (図.5)。例として、孔内湿度を考慮し初期湿度 15%を与え、蒸発量 $q : 0.1 \text{ mg/m}^2/\text{s}$ で蒸発があるものとして行った結果を図.6に示す。図はセンサーが蒸発点に到達した時の水分分布である。解析結果と試験結果を比較すると、水分が非常に早く拡散してしまい、実験で得られたカーブが描けないことが分かる。これの一つの理由として、用いた次元系の違いによるものと考えられる。

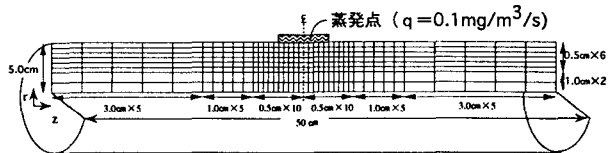


図.5 解析領域

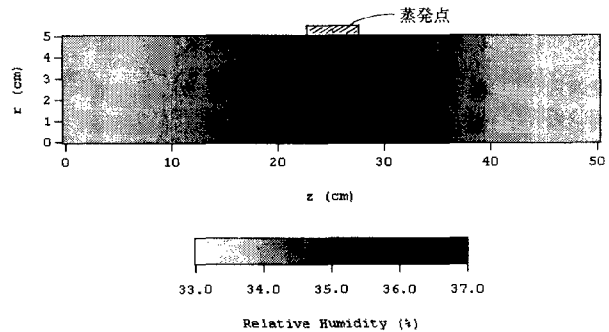


図.6 解析結果

えられる。つまり、領域が平面であるため、実際のボーリング孔内（円筒）での拡散状況を表現しきれていないと思われる。今後、円筒座標系を用いた解析により両者の一致が図られるものと考えられる。

【参考文献】1) 志田原史子、渡辺邦夫、三枝博光、今井久 (1998)：難透水性岩盤を対象とした元位置水理学的特性調査手法の開発 (その1)・(その2)、第53回土木学会年次学術講演会概要集、2) 渡辺邦夫ら (1989)：蒸発量計測によるトンネル壁面からの湧水量の測定 (その1)、応用地質第30巻4号