

軟岩斜面の蒸発特性と水分移動解析

埼玉大学大学院	学生会員	堤 和大
埼玉大学工学部	正会員	渡辺 邦夫
C T I 新技術（株）	正会員	菅 伊三男
建設技術研究所（株）	正会員	山脇 真二
大成建設（株）	正会員	鈴木 俊一

1. はじめに

従来から軟岩切り取り斜面の劣化には、岩石中の水分変化が重要な要因となることが指摘されている。そのため、この劣化現象を解明するために、宮崎や沖縄において原位置軟岩劣化試験を行い、表層の水分移動の主要原因となる蒸発を測定した¹⁾。さらに、飽和-不飽和浸透流解析に必要な岩石の不飽和特性も、簡易的な室内測定法を開発し調べている²⁾。本研究は、これらの一連の研究を踏まえた上で、まず軟岩斜面からの蒸発特性の場所的違いと、それが、局所的な水分供給の差異によるものである可能性を示す。次に、軟岩表層の水分移動を把握するために行った、高透水部を設けた場合の解析結果を報告する。

2. 軟岩斜面からの蒸発

試験は1992年8月4日から8月10日まで沖縄県沖縄市内の切り取り斜面を対象として行った²⁾。斜面には多くの割れ目がみられた。地質は島尻層群泥岩に属し、中心部に薄い火山灰層をはさんでいるが、ほぼ均質な泥岩である。図-1に試験を行った軟岩斜面の掘削直後の状況を示す。図中の●は蒸発測定点で、数字は観測点番号である。

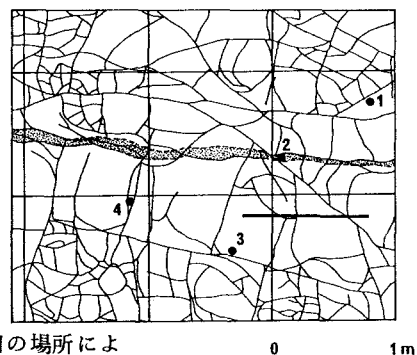


図-1 軟岩斜面の状況

図-2に各観測点での測定蒸発量の8月4日から8月6日までの非定常変化を示す。図から観測点による蒸発量の違いと、蒸発量が最大となる時刻のずれが読みとれる。例えば、8月5日の場所による蒸発量の違いを見ると、第2観測点が最も小さく、第4観測点が最大となる。一方、蒸発量のピークの時間を見ると、日射量は13時から14時にかけて最大となるから、この時間帯に蒸発量も最大になる事が予想される。しかし、第1、第2観測点では10時から11時頃にピークに達し、第3、第4観測点では13時から14時頃にピークとなる。このような、ピーク時間の場所的な差は、岩の水分量の違いを反映していると考えられる。つまり表層の水分量が小さくなれば、日射に対応した蒸発量の増加は生じない事になる。この水分量の違いは、場所的な含水比の差や、その付近の割れ目を通して行われる水分の供給量の違いによるものと考えられる。

そこで、このような泥岩表層の水分変化特性をより詳しく調べるために、表層に多くの高透水性の砂のパイプを考えて、その周辺の水分移動を調べた。

3. 高透水パイプ回りの水分移動解析

ここでは標準砂が泥岩中に図-3のように円筒状に入っている場合を考えた。本研究ではこの円筒状の標準砂のことを高透水パイプと呼ぶことにする。これは、この様なパイプで表層の水分変化を小さくすることも目的にしてい

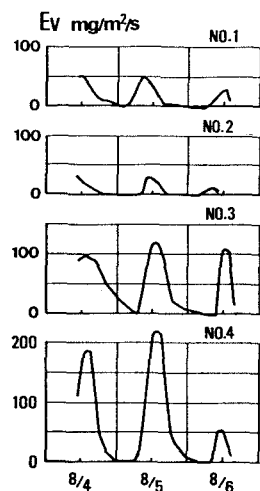


図-2 蒸発量の非定常変化

るものである。パイプの大きさは直径3 cm、深さ15 cmとした。解析領域は、対称性を考慮して図-3の斜線部分とした。その拡大図を図-4に示す。解析は飽和-不飽和浸透流解析を用い、掘削後一日たった後の水分状態

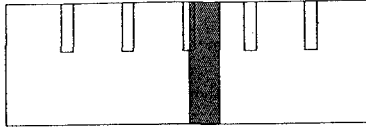


図-3 想定した軟岩斜面の状況

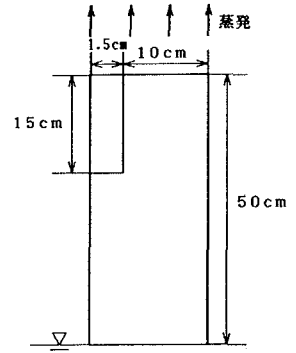


図-4 拡大図

を計算した。境界条件として、上面からの蒸発量は、8月5日の第3観測点で測定した値をサインカーブで近似して与えた。側面からの流入出ゼロ、下面はピエゾ水頭ゼロの一定条件とした。泥岩部と高透水パイプ部の不飽和特性（サクシオン圧-飽和度-透水係数）はVan-Genuchten式によって与えた²⁾。解析パターンは以下の3つを行った。

- ①軟岩斜面が泥岩のみの場合
- ②軟岩斜面に高透水パイプが入っており、泥岩と標準砂の透水係数のみを変えた場合
- ③軟岩斜面に高透水パイプが入っており、泥岩と標準砂の不飽和特性、透水係数を変えた場合

以上の解析に用いた物性値と各パラメータをまとめて表-1に示す。

一日後の各パターンのサクシオン圧分布を図-5に示す。図から高透水パイプがある場合とない場合ではかなりサクシオン圧分布が異なることが分かる。②の場合を見ると高透水パイプ周辺の上部においてはサクシオン圧が抑えられ、下方に向かうにつれサクシオン圧が高くなっている。③の場合では、全体的に高透水パイプの周りはサクシオン圧が抑えられている。従って、高透水パイプ回りの飽和度はパイプがない場合よりも高いことになる。すなわち、高透水パイプが多少乾燥を抑制する効果を持っているといえる。このように、性質が異なる岩の存在は、軟岩表層の水分状態を局所的に変化させる要因となる。

表-1 物性値・各パラメータ値

	泥岩	標準砂
飽和透水係数 (cm/s)	10^{-7}	10^{-3}
間隙率	0.411	0.5
不飽和パラメータ α	0.003	0.3
不飽和パラメータ m	0.4	0.9
飽和水分量 S_s	0.9	0.9
最小水分量 S_r	0.0	0.0

4. まとめ

今回軟岩斜面の水分変化を原位置試験と解析の両面から評価する事を試みた。原位置試験により均一に見える泥岩でも場所による蒸発パターンの差が測定された。その原因としては局所的な水分供給の違いが考えられる。解析結果より性質が異なる岩が存在する場合は水分変化がかなり抑制された。今後、このように岩の性質が異なる層が斜面に存在する場合の水分変化の評価をさらに進めていく必要がある。

<参考文献>

- 1) 渡辺邦夫、山脇真二等：沖縄、島尻泥岩を対象とした原位置斜面劣化試験、第25回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集、pp. 616-620, 1992
- 2) 渡辺邦夫、堤和大等：軟岩の不飽和特性の室内測定と軟岩斜面表層部を対象とした水分移動解析、第25回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集、pp. 506-510, 1992

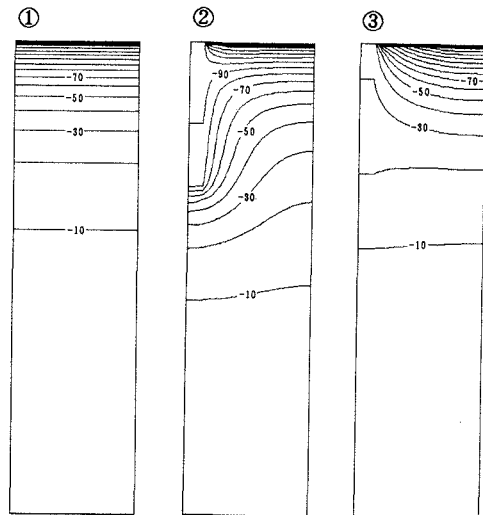


図-5 サクシオン圧分布