

広島まさ土斜面における縦断 2 次元方向の降雨浸透に対する高密度観測

復建調査設計(株) ○渡邊聡 中井真司
 高知大学教育研究部自然科学系 笹原克夫
 中電技術コンサルタント(株) 荒木義則
 (株)荒谷建設コンサルタント 片山弘憲
 (株)建設技術研究所 柳崎 剛
 (株)ヒロコン 森本耕司
 応用地質(株) 関英理香

1. はじめに

広島地域のまさ土（強風化花崗岩）分布域では，斜面崩壊やこれに起因する土石流が発生しやすいことが知られており，これまでも幾度もの災害が発生している。まさ土斜面では崩積土～強風化帯からなる表層部分が崩壊することが多く，1999 年 6 月 29 日に発生した豪雨災害のときにも，大部分の崩壊が深さ 0.5～2.0m の表層崩壊であったことが報告されている¹⁾。降雨による表層崩壊の発生には斜面の降雨浸透特性が大きく影響している。「斜面動態モニタリング研究会（代表：笹原）」では，現地観測データを用いた実用的な斜面崩壊予知手法構築を目指している。昨年度までは鉛直降雨浸透特性の把握のため，鉛直 1 次元での高密度観測を行っていたが，その観測中に不飽和側方流の発生を確認した²⁾。このため，1 次元の適用限界を把握する必要があると考え，縦断 2 次元方向の「土壌水分特性」「不飽和透水特性の変化」を把握するために計測機器を設置した。

2. 観測箇所の概要

高密度観測を行ったのは，広島県廿日市市の溪流沿いの自然斜面で，前述の 1999 年の災害時には，周辺地域で土石流災害が多発している。対象斜面は 1 次谷右岸側にあたる勾配 40°程度の平面的な北東向き急斜面である（図-1）。斜面下部の溪流に表流水はないが，降雨時には斜面下部より湧水があり，これを起源とした表流水が発生する。斜面はまさ土により構成され，観測機器設置に先立って実施したトレンチ調査では，上位より表層 5cm の A0 層，GL-5～40cm の A 層，GL-40～120cm の B 層，120cm 以深の C 層に区分されている³⁾。

3. 縦断 2 次元方向の鉛直降雨浸透に対する高密度観測

3.1 観測機器の種類および配置

縦断 2 次元方向の鉛直降雨浸透に対する高密度観測を行うために，土壌水分計（Decagon 社 10HS 型，EC5 型），テンシオメーター（大起理化 DIK-3024 型），埋設型傾斜計（ジオテクサービス社 GIC-45S 型），及び地下水位計（応用地質 S&DL mini 型）を設置した。土壌水分計とテンシオメーターの配置は，縦断方向に A～E の 5 測線とし，各測線における計器の設置深度は A～C 層の特徴が把握できるよう，深度方向に GL-10cm, 15cm, 30cm, 50cm, 100cm, 200cm の 6 深度を基本として，2 計器の設置深度を合わせて設置している。このため水分特性曲線の作成も可能である。また，この流域の出口付近では降雨量の観測もなされており，このデータを利用することで対象斜面における降雨と土壌水分，地中変位の関係を把握することができる。

3.2 観測結果

図-2 に体積含水率(θ)，土壌水分吸引水頭(ψ)，傾斜計の経時変化を示す。なお，GL-15cm までの表層付近のデータは土壌水分センサー値の校正に追加検討が必要なため，本稿では検討対象外とした。図-2 より，降雨により体積含水率は増加し，土壌水分吸引水頭は減少していることがわかる。また，傾斜計も降雨時に変化が生じていることが読み

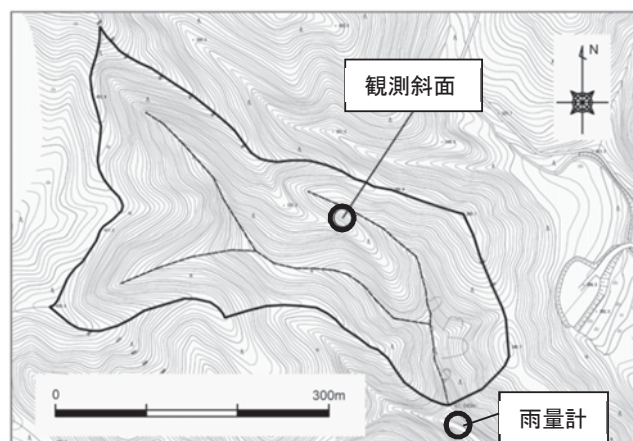


図-1 観測斜面の位置

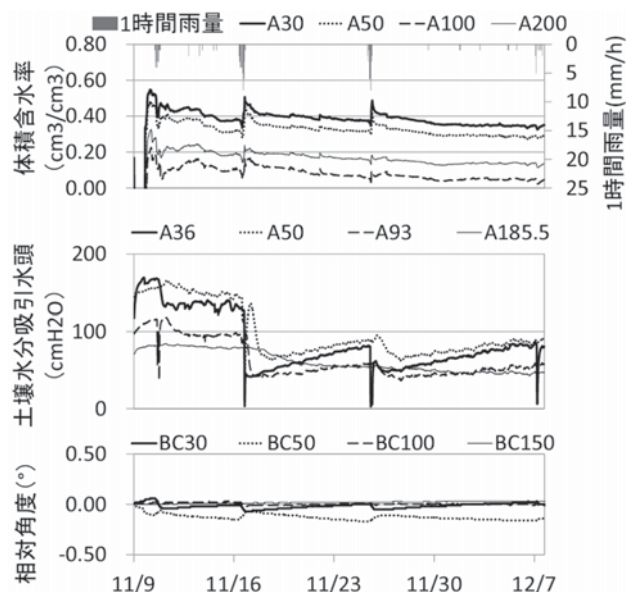


図-2 降雨と各観測値の変化

（凡例 A～C は設置測線，数値は設置深度を示す。）

とれる。これらの変化は浅い計器ほど降雨に対する反応が良く、同様の傾向は各測線においても認められる。

図-3(1)～(4)は図-2 に示す観測期間内の θ - ψ の関係を 4 つのグループに区分し、その代表例を示したものである。(1)は、計器が常に地下水位より上に位置し、初期体積含水率が高く、降雨時に体積含水率が 0.4 を超える。また、 θ - ψ の観測値が降雨に伴って斜め右下方方向への変化を示す特徴がある。(2)は、計器が常に地下水位より上に位置し、初期体積含水率が低く、降雨時に体積含水率が 0.4 に達しない。また、降雨に伴う θ - ψ の観測値の変化は右方向への動きが顕著である。(3)は、計器が地下水位以下になる例で、体積含水率は常に 0.4 以上で、降雨に伴う θ - ψ の観測値の変化は下方向への動きが顕著である。(4)は、計器が地下水位より上に位置し、体積含水率は 0.4 に達しないが、 ψ が 10 程度と低い値を示す。

図-3 で示した 4 グループを計器設置断面図上に反映させると図-4 の通りとなる。作図に当たっては、前述の GL-15cm までのデータとともに、設置初期のデータ不良が考えられるセンサーについてもグルーピングを行わなかった。図-4 より分かることは、当斜面において降雨の鉛直浸透による影響が明瞭に認められるのは、(1)の GL-0.3~0.5m の範囲であること。(3)の D 測線深部及び E 測線のセンサーは地下水の影響を受けていること。(1)と(3)の中間に位置する(2)の範囲は θ が小さく ψ の変化も小さいことから、降雨、地下水双方の影響を受けにくい範囲であること。一方、B 測線の GL-200cm のセンサー(4)は、より上位のセンサーの ψ が 100 程度であるにもかかわらず ψ 値が 10 を下回る傾向があることから、地下水の影響を受けていると考えられること。などが挙げられる。

4. まとめ

対象とした観測期間は 1 か月程度の短期間ではあるが、以下の知見を得た。

- ・当斜面の土層の体積含水率(θ)、土壌水分吸水頭(ψ)、傾斜計は降雨への反応を示し、反応の程度は浅い位置に設置した計器ほど大きい。
- ・ θ - ψ の関係は、観測値とその変化の特徴から 4 つのグループに分類できる。
- ・当斜面において、GL-0.3~0.5m の範囲では降雨の鉛直浸透による影響が明瞭に認められる。一方、斜面末端部付近では地下水の影響が認められる。
- ・これらの中間層は、降雨と地下水の影響を受けにくい範囲である。ただし、斜面上部の深部では地下水の影響が疑われる現象が認められるので、今後、梅雨時期の観測を含めて検討を進めたい。

参考文献：

- 1)平成 11 年の広島県豪雨災害調査報告書、平成 12 年、(社)地盤工学会・調査部、中国支部
- 2)渡邊ら：広島まさ土斜面における鉛直降雨浸透の高密度観測および人工降雨実験、平成 24 年度砂防学会研究発表概要集、pp312-313、2012
- 3)笹原ら：広島西部山系花崗岩風化土斜面の土層構造についての一考察、平成 22 年度砂防学会研究発表概要集、pp110-111、2010

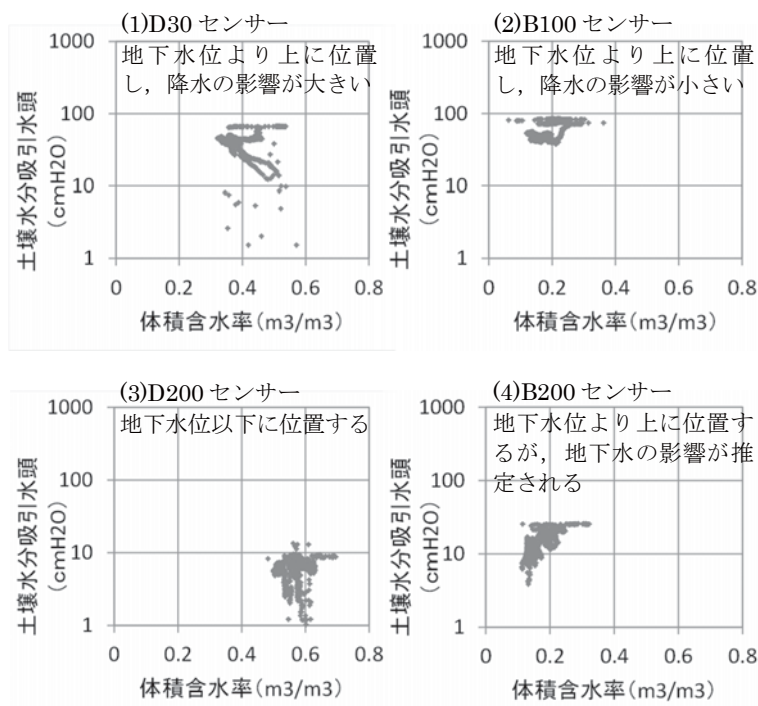


図-3 θ - ψ グラフの分類

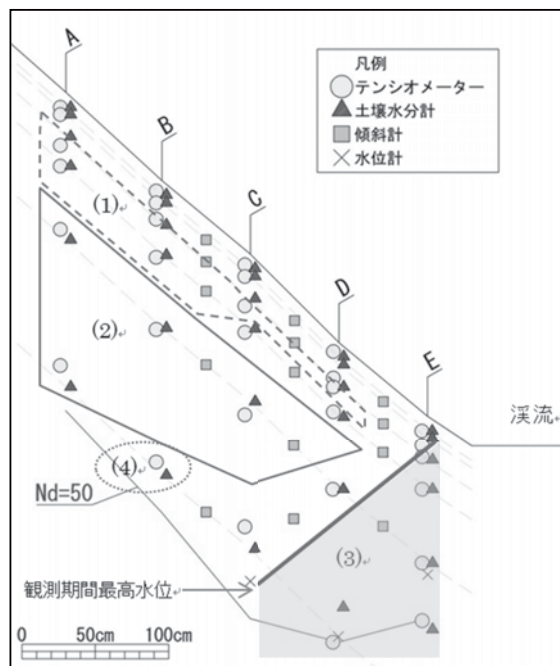


図-4 計測器の配置と 4 グループの位置関係