

広島まさ土斜面における鉛直降雨浸透の高密度観測

復建調査設計(株) ○中井真司

高知大学農学部 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 小林公明

(株)エイト日本技術開発 守屋敏明

(株)建設技術研究所 柳崎 剛

国土交通省中国地方整備局太田川河川事務所 松下一樹

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に基づく斜面崩壊発生予知手法に関する研究会（代表：笹原，以下「研究会」と呼ぶ）」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、鉛直降雨浸透特性の把握のため、現位置での高密度観測を行っている。研究会の成果については別編にて発表するが、ここでは、高密度観測の実施状況を紹介する。

2. 観測場所の概要

原位置高密度観測を行ったのは、広島県廿日市市に位置する溪流沿いの自然斜面で、前述の1999年6月29日の災害時には、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）。斜面下部の溪流には常時は表流水はないが、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。

斜面は広島花崗岩起源の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、表層部は上位より表層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²⁾。

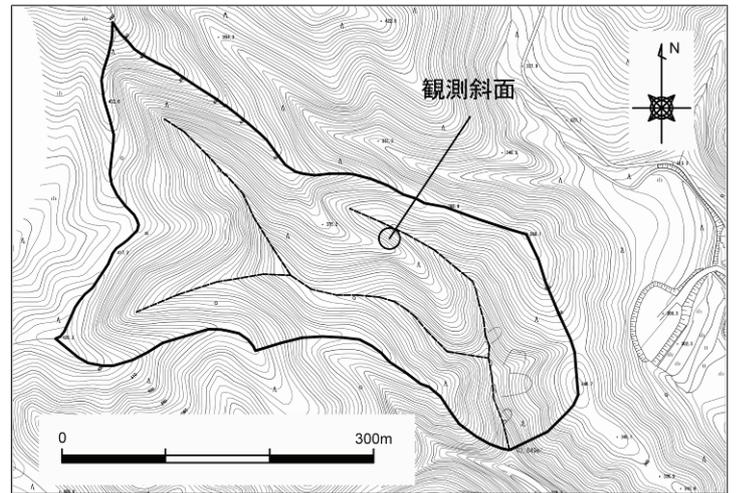


図-1 観測斜面の位置図

3. 観測機器の種類及び配置

現位置斜面において鉛直降雨浸透特性を把握するために、図-2に示すように、トレンチ側部において土壌水分計(Decagon社10HS型)、テンシオメーター(大起理化DIK-3024型)、及び埋設型傾斜計(ジオテクサービス社GIC-45S型)を設置した。土壌水分計はA0層に1基、A層に2基、B層に4基、C層に2基、テンシオメーターはA層に2基、B層に2基、C層に1基、埋設型傾斜計はA層に2基、B層に4基、C層に1基となるよう配置した。テンシオメーターの設置にあたっては、観測データをもとに土壌水分特性曲線が作成できるよう、設置深度を土壌水分計に合わせた。また、トレンチ壁面からの湧水量を計測することにより、土中の側方流量を推定するため各層の境目に樋を設け、集められた水の量を転倒ます式雨量計で計測している。観測機器の設置は2010

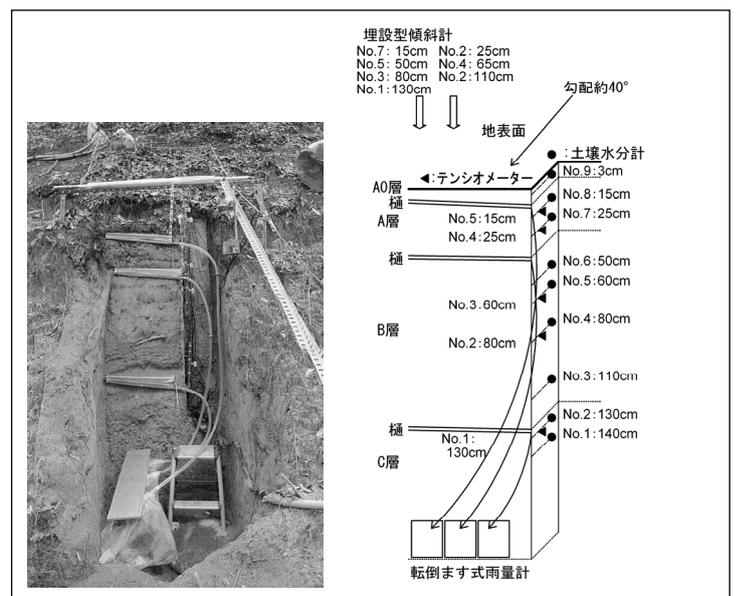


図-2 観測機器の配置図

年5月に実施し、以降データを取得している。ただし、凍結による障害を避けるため、12月～3月のテンシオメーターの観測は実施していない。

隣接斜面に国土交通省中国地方整備局太田川河川事務所により観測機器が設置されており、降雨量の観測がなされているため、これを利用して頂くことで対象斜面においては、降雨と土壌水分の関係、地中変位の関係を把握することが可能である。

4. 高密度観測データの事例

図-3に、2010年5月末～12月初旬の観測結果を示す。体積含水率及び土壌水分吸引水頭は表層のA0層(設置深度3cm)及びA層(設置深度15cm, 25cm)では全体的に降雨に対する反応が敏感であり、比較的小雨でも変化している。これに対し、B層(設置深度50cm, 60cm, 80cm, 110cm)～C層(設置深度130cm, 140cm)では小雨での反応は鈍く、まとまった雨のときに反応する傾向が見られる。なお、8月以降のA0層の体積含水率は変化が少ないが、非常に土被りの小さい箇所に設置しているため、侵食等の影響で設置環境が変化していることによる可能性もある。

側方流出量の観測では、A0層では側方流が顕著で、A層においてもまとまった雨の際には少量ながら側方流が発生することが確認された。なお、現地ではA層の壁面にマクロポア状のミズミチが形成されていることが確認できる。

2010年は6月～7月にかけて幾度かのまとまった降雨があり、観測期間内の最大降雨は7月10日～16日にかけての降雨であった(総雨量326mm, 最大時間雨量32mm/h)。この期間の体積含水率と土壌水分吸引水頭の経時変化を図-4に示す。この図は、両方の計器が設置されているGL-15cm, 25cm(A層), GL-60cm, 80cm(B層), 及びGL-130cm(C層)のみを図化したものである。なお、7月10日の降り始め時には、6月半ばからの降雨による影響もあり、既に土壌水分吸引水頭はA層で100cmH₂O程度、B～C層では50～70cmH₂O程度まで低下していた。

体積含水率は、A層では降り始めから数時間後のやや降雨強度が大きくなったときに急激に上昇しているが、B層では半日程度経過した後上昇し、C層では降り始めから2.5日経過した7月13日の降雨時に上昇している。7月13日の降雨においても、降雨のピークからやや遅れた時間帯に上昇していることがわかる。土壌水分吸引水頭についても同様の傾向が見られ、表層のA層では降り始めからまもなく低下し、B層では半日遅れ、C層では7月13日の降雨時に低下している。鉛直降雨浸透特性の解明のためにはさらなる検討を要するが、この事例では降雨の鉛直浸透が土層構造の影響を強く受けていることがよくわかる。

体積含水率は、A層では降り始めから数時間後のやや降雨強度が大きくなったときに急激に上昇しているが、B層では半日程度経過した後上昇し、C層では降り始めから2.5日経過した7月13日の降雨時に上昇している。7月13日の降雨においても、降雨のピークからやや遅れた時間帯に上昇していることがわかる。土壌水分吸引水頭についても同様の傾向が見られ、表層のA層では降り始めからまもなく低下し、B層では半日遅れ、C層では7月13日の降雨時に低下している。鉛直降雨浸透特性の解明のためにはさらなる検討を要するが、この事例では降雨の鉛直浸透が土層構造の影響を強く受けていることがよくわかる。

5. おわりに

研究会では、降雨による斜面崩壊の発生を予知のため、現位置での観測結果に基づいた降雨浸透現象の再現を行うことを目的とし、降雨強度や初期含水比と土壌水分特性曲線の関係、浸透流解析に用いるパラメータの設定及び再現計算、降雨に伴うせん断変形等について検討を進め、成果を得てきている。今後、高密度観測による精度高いデータを加えることにより、より実用的な斜面崩壊発生予知手法に繋がるよう降雨浸透現象の再現精度を向上させたい。

謝辞: 本研究の実施にあたり、貴重な資料およびご助言をいただいた国土交通省中国地方整備局太田川河川事務所の担当各位に深く御礼申し上げます。

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) 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会

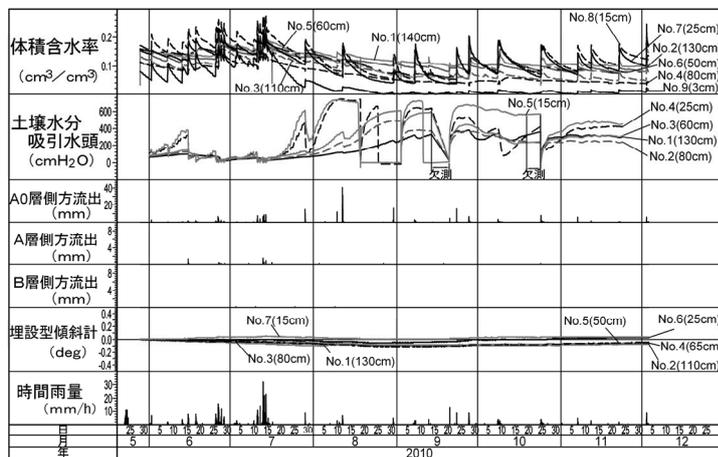


図-3 2010年5～12月の高密度観測データ

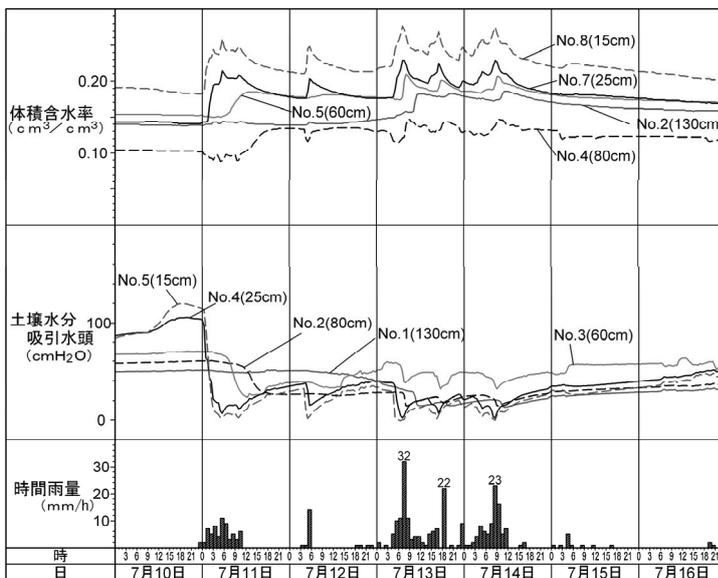


図-4 7月10日～16日の体積含水率と土壌水分吸引水頭