

断層が存在する土石流危険渓流の地下水挙動

西日本高速道路エンジニアリング中国(株)	正会員	○中本	昌希
西日本高速道路エンジニアリング中国(株)	正会員	下野	宗彦
西日本高速道路(株)	正会員	村上	豊和
山口大学大学院 創成科学研究科	正会員	中田	幸男

1. 序論

土砂災害は、主に降雨による多量の水の供給を誘因とし、斜面や渓流が不安定になる「地質、地形、不安定土の性状、地下水位等」の素因と相互に関連して発生する。このうち、土砂災害の地形素因の一つであるリニアメントの存在は、断層を示唆するものとして崩壊の重要な要素であると言われているが、断層の存在がどの程度地下水に影響を及ぼすのかというような定量的な情報はない。以上のことから、本研究では、地形判読と踏査によって、断層の存在が確認された土石流危険渓流で、断層の上下流の地下水位計測を実施した。

2. 対象渓流及び計測方法

計測対象とした渓流は、山口県周南市上馬屋地区の斜面に存在する。この渓流は先端が高速道路と交差し、渓流の下流側に民家が存在していることから、土砂災害特別警戒区域に指定されている。写真-1 は空中写真及び地形図を用いた地形判読結果である。当該地では、北西-南東方向に比較的明瞭なリニアメントが判読された。また、不明瞭ではあるがこれと斜向する方向のリニアメントも複数読み取れた。明瞭なリニアメント長は2.3kmである。リニアメントと断層もしくは節理との関連性は、2.5km以上の連続性(長さ)において一致する確率が100%近くになるとされており、判読結果から断層破砕帯の存在が高いと推定した。この結果を踏まえ、現地踏査を行い、明瞭なリニアメントと不明瞭なリニアメントの交差部付近で、写真-2 のような断層痕を確認した。また、この斜面の地質はリニアメントを境に下流側が主に花崗岩、上流側が三郡変成岩である。

図-1 に計測箇所と断層の関係を示す。地下水位計測には間隙水圧計を用い、断層を挟むように渓流の上流側に3器、下流側に3器設置し、下流側からNo.1~6とした。設置に当たっては、簡易貫入試験を行い周辺の土砂厚を確認し、あわせて観測孔の深度を検討したのちに、オーガーボーリング等を用いて観測孔を掘削した。観測孔の使用は、測定箇所によってことなるが、基本的に地表面から深さ1~3mまでを無孔管とし、その下に1~3mの有孔間管とした。

測定された間隙水圧は水の単位体積重量で除算することにより地下水変化として記録した。また、計測箇所近辺に雨量計を併せて設置し、現地雨量の計測を行なった。計測期間は2012年4月から2016年9月まで行った。

キーワード 断層, リニアメント, 地下水位, 土石流危険渓流

連絡先 〒755-0037 広島県広島市西区西観音町2-1 西日本高速道路エンジニアリング中国(株) TEL 082-532-1430



写真-1 上馬屋地区における地形判読とリニアメント

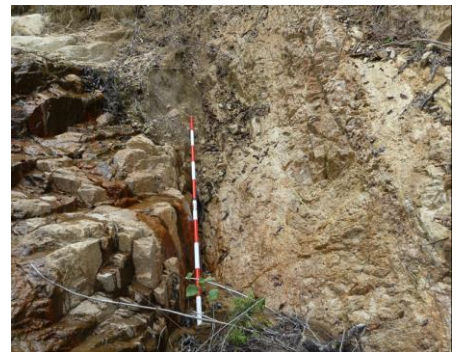


写真-2 上馬屋地区における断層痕

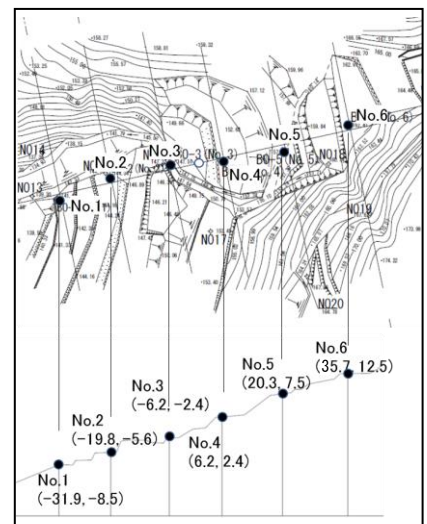


図-1 計測箇所と断層の関係
(カッコ内は断層直上の地表面を原点として測線水平距離と標高)

3. 地下水位の変動

図-2に計測期間中に最大時間雨量を観測した2012年8月の時間雨量と地下水位の変動を示す。降雨に対し、全ての観測孔で地下水位の変動が確認されたが、No.2については、間隙水圧計の設置深度が深かったことで、他の5つとは異なり、各降雨に対して、敏感な反応をしておらず、緩やかな変動が見られた。No.1,3,4,5,6については、11日と14日にそれぞれ185mmと87mmの日雨量があり、地下水位の顕著な変動がみられる。地下水位の変動を断層上流側と下流側で比較すると、上流側の応答は、降雨終了後1日間で増加した水頭の80%程度が減少し、その後緩やかに水位低下が進行している。一方で、下流側で測定された地下水位は、降雨後3日間で20%程度の下降であり、さらに、降雨の無い期間が10日以上となった後も50%程度までの低下に留まっている。また、断層の直近の観測孔で観測される地下水位の最高水位を示す時間に明確な違いが認められる。11日の降雨では、No.3の最高水位観測時間が10:50に対し、No.4のそれは6:30であった。続く、14日の降雨の場合、No.3では17:40、No.4では9:30と顕著に異なる。

図-3、4は上馬屋地区の8月11日の降雨に関連した、地下水位の変動と断層距離の関係を示している。ここで断層からの距離は、No.3とNo.4の中央として想定される断層の位置を0mとして、上流側を正の距離として示すもので、図-1の縦断図中の値である。なお、No.2の結果は、各降雨には反応していなかったため、下流側No.1,3と上流側No.4,5,6の地下水位変動について示す。

降雨開始後は、4時間経過したところで85.5mmの時間雨量をうけて、5つの観測孔で地下水位が上昇している。また、6時間後には、上流側の水位でピークを記録している。その後、No.3以外については、降雨終了前にわずかな水位の低下を示した。一方、No.3については、降雨終了時に、地下水位がほぼピークであるという結果となった。

降雨終了後は、時間経過とともに断層上流側と下流側で地下水位の減少が見られるが、上流側の地下水位は降雨終了から24時間後には増加した地下水位の70%程度が減少した。一方、断層下流側の地下水位は、降雨終了から24時間経過後も大きな変化はなく、48時間後でも増加した地下水位の30%程度しか減少していなかった。

表-1は、8月11日の一連の降雨に関して、各観測点の降雨開始時の水位とピーク水位を比較し、水位の上昇量についてまとめたものである。上流側、下流側ともに断層から最も離れているNo.1、No.6と比較すると、No.3、No.4、No.5で地下水位の上昇量が大きくなっており、断層の影響を受けていることがわかる。

4. まとめ

本研究では断層の存在する土石流危険渓流において、断層上流側と下流側で地下水の観測を行った。その結果、上流区間では、「降雨に連動した水位上昇と降雨終了後の速やかな降下」を示す特徴認められた。これは、断層の遮水性の機能によるダムアップ現象として、即時的な地下水位の上昇と降下の結果であると推察される。一方で、下流区間では、「降雨に対応してより緩やかな上昇と降雨終了後の下降」という特徴的な挙動が確認された。これは、断層の透水層の機能による地下水供給によって地下水位の上昇の影響を受けたためと推察された。また、断層に近い観測でより水位上昇量が大きく、断層の影響を受けていることがわかった。

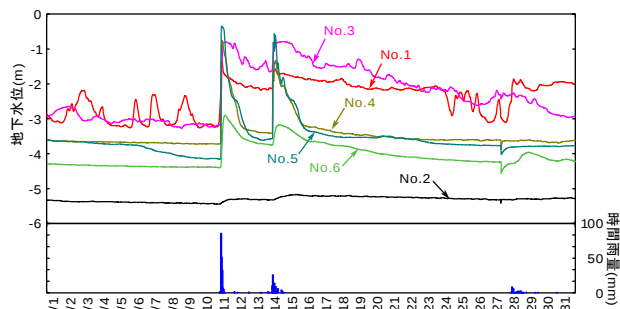


図-2 時間雨量と地下水位の関係

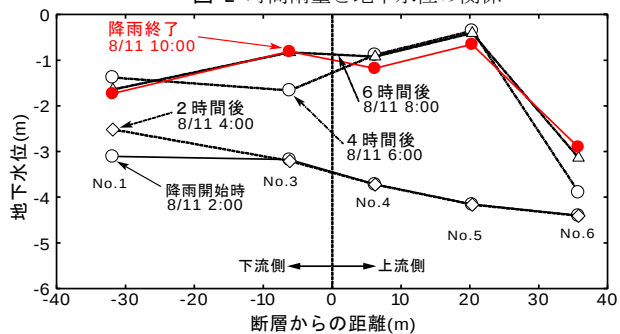


図-3 降雨中の地下水位と断層からの距離の関係

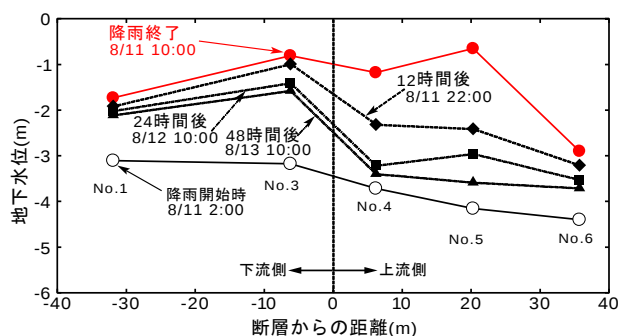


図-4 降雨終了後の地下水位と断層からの距離の関係

表-1 降雨による地下水位の上昇量 (単位: m)

観測孔No. (断層からの距離)	No.1 (-31.9)	No.3 (-6.2)	No.4 (6.2)	No.5 (20.3)	No.6 (35.7)
①降雨開始時	-3.1	-3.2	-3.7	-4.2	-4.4
②ピーク水位	-1.4	-0.8	-0.8	-0.4	-2.9
上昇量(②-①)	1.7	2.4	2.9	3.8	1.5