

2016 年熊本地震による山王谷川の土石流災害

京都大学防災研究所 ○竹林洋史・藤田正治

1. はじめに 2016年4月16日の地震によって非常に多くの斜面崩壊が阿蘇地域を中心に発生した。崩壊した土砂の中には、山王谷川流域のように、豪雨中に発生した崩壊では無いにも関わらず、流動化して土石流となり下流域に伝播し、土砂災害を発生させたものもある。地震時に発生した崩壊であるため、多くの崩壊が同時に発生して土石流化し、それらが合流しながら流れたと考えられる。本研究では、山王谷川を対象として複数の斜面崩壊を考慮した土石流の数値シミュレーションを実施し、山王谷川で発生した土石流の流動特性を検討する。



図1 解析で想定した斜面崩壊発生場所

2. 数値シミュレーションの概要 解析に用いた式は、平面二次元の土石流の基礎方程式である¹⁾。地形データは国土交通省九州地方整備局により被災前に測定されたものであり、平面的に1mの解像度のDEMデータである。ただし、流域が比較的広いため、本解析では10mの解析格子を用いた。対象流域の表層は黒ぼくと呼ばれる非常に保水性の高い細粒土砂で覆われているため、地盤内は水で飽和していると仮定している。ただし、浸透流の流出に起因した水の表面流は考慮していない。土石流は斜面崩壊を発端として発生するものとした。図1に解析で想定した斜面崩壊発生場所を示す。斜面崩壊の場所は、被災後の航空写真から判断された崩壊地の上流端とした。斜面崩壊発生場所は解析条件によって異なっており、これら全ての崩壊が同時に発生した場合や個別の発生した場合などの解析を実施した。Case1では全ての崩壊が同時に発生したものとして解析を行った。Case2では大規模な二カ所の崩壊の一つである西側斜面の一カ所のみが崩壊した場合である。Case3はもう一つの大規模崩壊が発生した北側斜面の一カ所のみが崩壊した場合である。Case4は、細粒土砂の相変化を無視した解析である。

3. 結果と考察 図2に全ての崩壊が同時に発生したCase1の流動深さの時間的な変化を示す。図に示すように、北側及び西側斜面で発生した土石流が時間とともに下流に流下しながら合流し、最終的に下流域へ流れていく過程が再現できている。また、西側及び南側斜面で発生した土石流は実現象と同様に、途中の斜面で堆積して下流ま

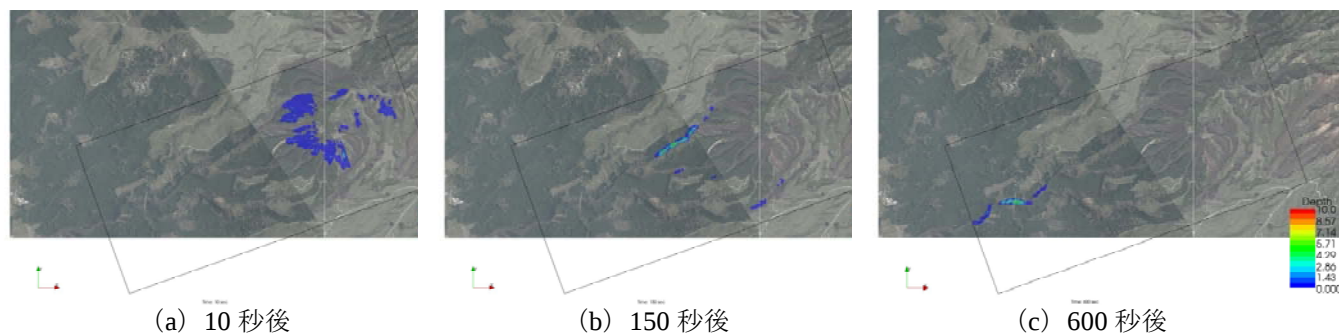


図2 Case1 (全ての崩壊が同時に発生、細粒土砂相変化) の流動深

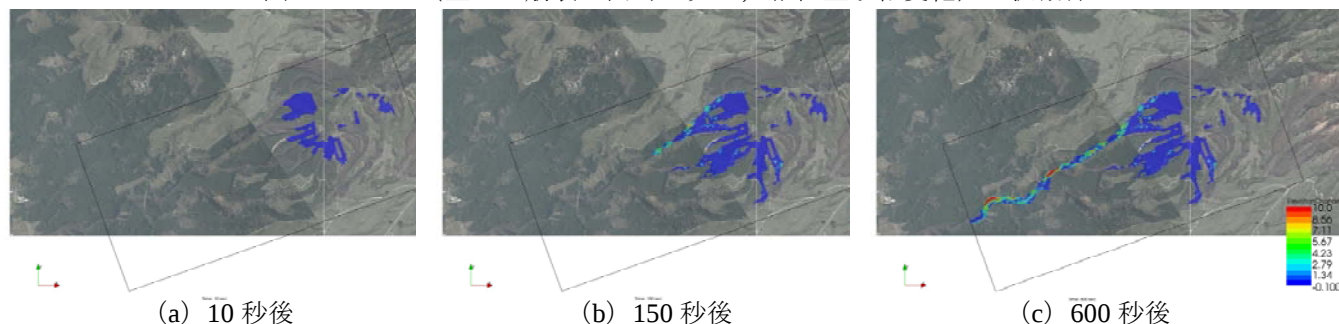
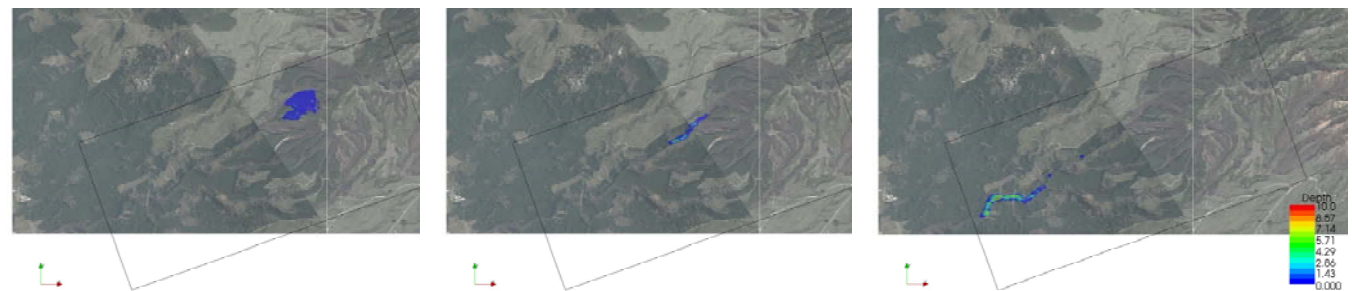


図3 Case1 (全ての崩壊が同時に発生、細粒土砂相変化) の浸食・堆積深さ



(a) 10 秒後 (b) 150 秒後 (c) 600 秒後
図 4 Case2 (西側斜面の崩壊のみが発生, 細粒土砂相変化) の流動深



(a) 10 秒後 (b) 150 秒後 (c) 600 秒後
図 5 Case3 (北側斜面の崩壊のみが発生, 細粒土砂相変化) の流動深



(a) 10 秒後 (b) 150 秒後 (c) 600 秒後
図 6 Case4 (全ての崩壊が同時に発生, 細粒土砂相変化無し) の流動深

で流下しなかった．図3にCase1の浸食・堆積深さの時間的な変化を示す．途中，勾配の緩い区間もあるため，土石流によって輸送された土砂が堆積する区間もあり，土石流は発達と減衰を繰り返しながら下流に伝播している．本計算により，表層の細粒土砂は静止体積濃度が小さいとともに保水性が高いため，降雨が無くても崩壊土砂が流動化して土石流を形成し，下流に伝播した可能性が示された．図4に西側斜面の崩壊のみが発生したと仮定したCase2の流動深さの時間的な変化を示す．図に示すように，西側斜面の崩壊のみでは土石流が途中で停止してしまい，下流まで土石流が到達しないことがわかる．図5に北側斜面の崩壊のみが発生したと仮定したCase3の流動深さの時間的な変化を示す．Case3の流動深はCase1よりも小さいが，Case2とは異なり，途中で止まることは無く下流まで流出した．これは，Case2よりも浸食面積が広く，上流域で比較的大きな土石流となって下流の緩勾配域に流れ込んだためと考えられる．本地震によって土石流が宅地まで流下したのは，北斜面による崩壊の発生が一つの原因と考えられる．図6に全ての崩壊が同時に発生させ，細粒土砂の相変化を考慮しなかったCase4の流動深さの時間的な変化を示す．図に示すように，土石流は途中で堆積し，下流まで到達しなかった．これは，細粒土砂の相変化が土石流の流動に強い影響を与えることを示すと同時に，この度の山王谷の土石流現象において，細粒土砂の相変化が実際に発生している可能性を示している．

4. おわりに 熊本県南阿蘇村の山王谷川で発生した土石流について，平面二次元数値シミュレーションを実施することによって土石流の流動特性を検討した．その結果，地震によって同時に発生した崩壊による土石流は合流しながら規模を拡大させ，下流に伝播していたことが明らかとなった．また，崩壊の多くは，単独で発生した場合は下流まで到達せず，北斜面による崩壊のみ単独でも下流に伝播することが明らかとなった．

参考文献 1)竹林：地盤工学会誌，Vol.64，No.4（699），pp.12-15，2016．