

地上型レーザスキャナによる金山沢不安定土塊の移動実態把握と流動化した場合の影響予測について

判田乾一^{※1}・石川一栄^{※1}・宮澤和久^{※1}・中谷加奈^{※2}・堀内成郎^{※3}・○野田敦夫^{※3}・横田浩^{※3}・杉井大輔^{※3}
 ※1 国土交通省北陸地方整備局松本砂防事務所 ※2 京都大学大学院 ※3 (株)パスコ

1. はじめに

姫川水系浦川流域の上流右支である金山沢は、明治44年の稗田山崩れなどの大規模な土砂移動現象が発生している流域である。現在、金山沢では航空レーザ計測により活発に移動する不安定土塊（以下、土塊という）の存在が確認され、融雪期・豪雨時に流動化することが懸念されている。この土塊は平成23年度に実施した伸縮計観測などによって平時でも活発に移動していることが確認されているが¹⁾、短期間かつ3点のみの観測であったため、土塊全体の移動実態は不明であった。このため、平成24年度は40点の移動杭計測によって土塊の面的な移動実態把握を計画したが、現地立入が困難な範囲は杭の設置ができないという課題があった。

上記を踏まえ、現地立入が困難な範囲の実態把握を行うために、地上型レーザスキャナ（以下、スキャナという）による移動実態計測を行った。また土塊が流動化した際の影響予測のため、HyperKANAKOによる土石流シミュレーションを実施したので報告する。

2. 不安定土塊の概況

研究対象とした土塊は金山沢源頭部斜面の下部に位置しており、源頭部からの崩壊土砂が堆積し形成されたものと考えられている。土塊先端部には巨礫が存在しており、この巨礫が土塊の不安定化をある程度抑制していると推定されている¹⁾。また現地では土塊内には複数のクラックが生じていることが確認される（図-2）。

3. 地上型レーザスキャナ計測

現地立入が困難な範囲の土塊の移動状況を把握するために、スキャナによる計測を実施した。

3.1. 地上型レーザスキャナ計測方法

3.1.1. 使用した器材

スキャナは、リーグル社製のVZ-400を使用した。使用器材の諸元を表-1に示す。

3.1.2. 計測条件

(1) スキャナ設置位置

スキャナ設置位置は、現地立入が不可能な土塊先端部が見通せる崖上に1点（器械点～先端部：距離200m程度）、また全体を網羅するように土塊周辺に4点の計5点を設置した。

(2) 計測時期

計測は平成24年9月27～29日と平成24年11月5～7日の2回実施した。

(3) 比較方法

各設置位置からスキャニングを行うとともに、計測範囲内に測量用ターゲットを複数点設置し、各点の位置をトータルステーションにより計測することで公共座標を取得した。このターゲット座標に基づき、各回のスキャンデータを公共座標に変換し、2時期の計測結果を重ね合わせた。

3.2. 地上型レーザ計測結果

3.2.1. クラック付近の形状

スキャナ計測結果の平面図からは、現地に形成されたクラックなどの形状が面的に表現されていることが確認できた。また2時期のスキャナ計測を比較すると、クラック全体が下流に向けて移動する傾向が見られ、その移動量は同時期に実施した移



図-1 研究対象位置図

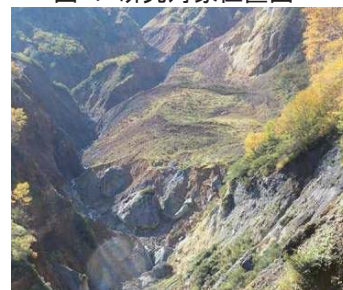


図-2 金山沢不安定土塊

表-1 スキャナ計測器の諸元

モード	長距離モード
有効測定レート	42,000回/秒
最長測定距離	$\rho \geq 90\%$ 600m $\rho \geq 20\%$ 280m
測定精度	5mm
ビーム広がり角	0.3mrad

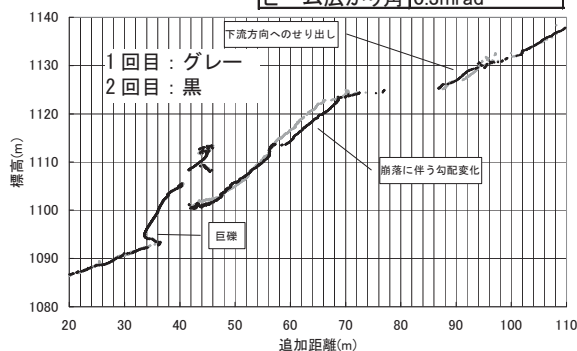


図-3 スキャナ断面図比較（全体）

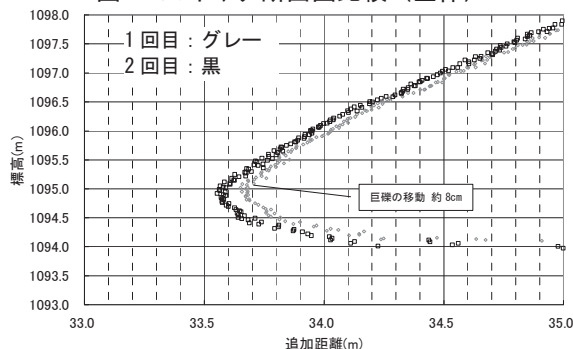


図-4 スキャナ断面図比較（巨礫拡大）

動杭観測結果と調和的であることを確認した。

3.2.2. 末端部付近の移動状況

スキャナ計測結果から先端部の巨礫を含む区間の比較断面図を作成した(図-3)。図より、土塊の小規模崩落に伴う勾配変化や下流方向へのせり出し(移動量1~1.5m程度)と推定される顕著な変位が確認された。一方、巨礫の移動は土塊に比べ明瞭ではないが、計測期間中に0.08m(0.07m/月)程度の移動が生じている可能性が示唆された(図-4)。

4. 土石流シミュレーション

土塊が降雨・融雪により流動化した場合の影響範囲をシミュレーションにより予測した。

4.1. 土石流シミュレーション方法

4.1.1. 計算プログラム

計算プログラムは砂防LPデータを活用でき、一次元河床変動計算・二次元氾濫計算がシームレスに計算可能なHyperKANAKO²⁾を利用した。

4.1.2. 計算条件

(1) 計算範囲

計算範囲は土塊から発生した土石流が下流へ与える影響を把握するために、土塊付近~姫川本川沿いの保全対象分布位置(小谷橋付近)までとした。

(2) 計算条件

計算ケースはスキャナ計測などから想定したブロック区分を参考に、崩壊規模の異なる3ケースを設定した(表-2)。土石流ピーク流量は金山沢における既往土石流観測結果³⁾の最大流量(354m³/s)を採用した。洪水波形は三角形とし、継続時間は土石流総流量とピーク流量から設定した。粒径などの計算条件は、既往調査により土砂生産・流出実態が把握されている平成4年土石流災害の再現計算を実施し、適合性の高い条件を設定した(平均粒径0.485m)。

4.2. 土石流シミュレーション結果

土石流の到達範囲は、case1~2(規模:小~中)では浦川流域内で停止し、case3(規模:大)では姫川本川から小谷橋周辺まで到達する予測結果となった(図-5)。なお、保全対象が分布する小谷橋周辺の氾濫範囲はcase3でも現況河道内に収まる結果となった。

土砂堆積状況を見ると、唐松沢合流点において比較的顕著な土砂堆積(堆積深6m程度)が生じることが予測された。当該地点は平成4年土石流災害時に一時河道閉塞が生じており⁴⁾(図-6)、本計算結果は同実績と類似する結果となった。

5. 考察

スキャナ計測結果からはクラックなどの土塊形状やその移動状況が面的に示され、また現地立入が困難な巨礫の移動傾向などを把握することができた。土石流シミュレーションでは土塊の崩壊規模毎に土石流到達範囲が異なるが、氾濫範囲はいずれも河道内に収まる結果となった。ただし、豪雨時には土塊以外の斜面においても土砂生産が発生することや、流下区間内には顕著な土砂堆積が生じる地点があることなどから、土石流の流下過程で河道閉塞・決壊などが発生した場合は、保全対象に影響が及ぶ可能性があると考えられる。

6. おわりに

本報告におけるスキャナ計測は9月末~11月初旬の期間を対象に実施したが、ここで確認された土塊の動態が今後も持続するのかは現時点で不明である。このため、今後も土塊の移動実態観測を実施し、土塊崩落現象の監視や機構解明を継続していきたいと考えている。

【参考文献】1) 金山沢不安定土塊対策計画検討業務報告書 松本砂防事務所

2) HyperKANAKO 研究会 <http://www.hyper-kanako.com/>

3) 土石流発生特性他検討業務委託報告書 松本砂防事務所

表-2 土石流シミュレーション計算ケース

ケース	現象規模	崩壊ブロック・土砂量
1	小	移動量が最大の末端ブロック崩落 →崩壊土量:11万m ³
2	中	移動が確認される末端~中間ブロックの崩落 →崩壊土量:43万m ³
3	大	不安定土塊全体の崩落 →崩壊土量:72万m ³

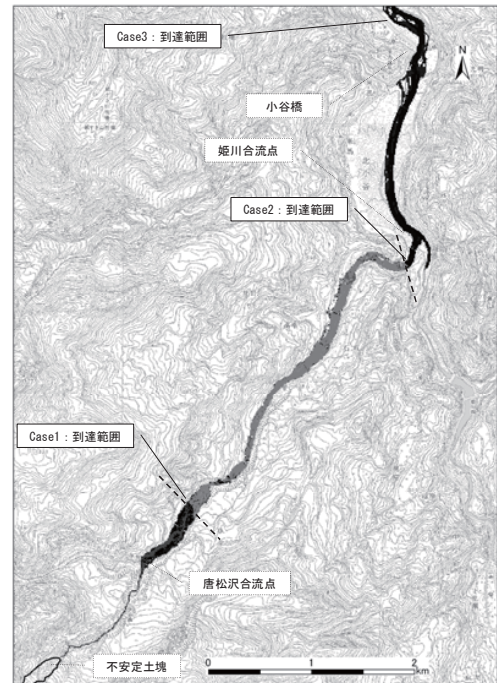


図-5 土石流シミュレーション結果(到達範囲)

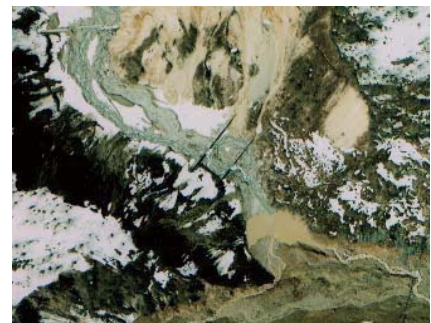


図-6 平成4災害時の唐松沢合流点⁴⁾