

# 令和元年度 砂防地すべり技術研究成果報告会

(一財) 砂防・地すべり技術センター

令和元年11月12日(火)午後1時30分より、砂防会館別館シェーンバッハサポーにおいて「令和元年度砂防地すべり技術研究成果報告会」が開催されました。本報告会は、当センターの公益事業の一環である研究開発助成による研究の成果を広く一般に公表し、関連事業及び今後の各方面での研究活動に役立てていただくことを目的として、毎年実施しているものです。

本年度は、国土交通省 水管理・国土保全局 砂防部より御挨拶を賜り、続いて平成30年度研究開発助成事業により実施された研究5題の発表となりました。天候にも恵まれ、157名のご参集を頂いての盛会となりましたことをここでお礼申し上げます。



発表  
1



## 傾斜モニタリングシステムのための 光ファイバ埋込型CFRPロードセルの開発

西田孝弘 にしだ たかひろ

国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所

本研究は、腐食や落雷に耐性の高い光ファイバを埋込んだ炭素繊維補強材(CFRP)ロードセルを開発し、グランドアンカーシステムに組込むことにより、斜面変位の常時観測および天災時の安全性確保に資する斜面モニタリングシステムの一部として導入することを目的とした。

モニタリング手法の構築にあたって、熱可塑性炭素繊維強化プラスチック(CFRTP)内に光ファイバセンサを埋設することで、モニタリング機能を有したCFRTP製支圧板を開発し、CFRTP支圧板のマクロ的な変形挙動を把握するための種々の試験を実施した。

試験は、CFRTP支圧板を用いて荷重の変化から生じる材料の変形(ひずみ)を光ファイバ格子の「波長シフト量」として計測しながら、圧縮試験、温度試験およびクリープ試験を実施し、支圧板のマクロ的な耐荷・変形挙動を把握し、光ファイバセンサから得られる波長シフト量から荷重を換算する方法を模索した。

圧縮試験の結果、最終的に318MPaまで荷重を保持し、CFRTP支圧板が高い靱性を有することが確かめられた。支圧板は300kN(21.9MPa)の圧縮まで弾性挙動を示し、試験施工(240kN、17.5MPa)でも支圧板を弾性域内で使用できることを確認した。

温度試験では、CFRTP支圧板における温度と板厚方向のひずみが従来の鋼製支圧板と比較して、熱による膨張および収縮が4倍程度大きくなることが予想される結果となった。

クリープ試験では約9か月間にわたりCFRTP支圧板に500kN(36.5MPa)の圧縮力を作用させ続けた結果、支圧板は長期的にも圧縮力を保持し、形状を維持することが確認できた。

以上の試験結果から、波長シフト量を平均し供試体の代表値を求めることにより、供試体間のばらつきを低減することができ、CFRTP支圧板の熱膨張および収縮を加味して波長シフト量から荷重を求める方法を構築した。

発表  
2

## 物理探査法を適用した地盤・地下水構造の実態解明に基づく深層崩壊発生危険度評価手法の開発

山川陽祐 やまかわ ようすけ  
筑波大学 生命環境系

深層崩壊地の発生危険度を、より簡便かつ高精度に評価する手法の開発を目的として、比抵抗探査および自然電位法を用いたすべり面深度や地下水流動層の把握に関する研究を行った。

滋賀県大津市の葛川流域内安曇川右岸の大起伏急峻斜面において、地形解析・湧水観測・ボーリング調査から試験地の内部構造と地下水流動層の把握を行い、比抵抗探査および自然電位法の有効性の検証を行った。

地形解析から、傾斜分布図を作成し、地質図副でも記載のある断層位置によく対応したリニアメントが分布することが確認された。

湧水観測については、湧水の流量・水温・水安定同位体の測定結果に基づき、斜面縦断方向で地下水流動機構が分断されることや複数の地下水帯が存在することが推定された。

ボーリング調査については、RQD値の算出と孔内水位観測を行い、断層位置では破碎が顕著で粘土化が進

んでいることがわかった。孔内水位観測では、二深度の孔内水位が観測され、深度方向で分断された地下水帯が示唆された。

比抵抗探査の適用の結果、断層位置や測線下端部で極端な低比抵抗帯が分布することや800ohm-mの等値線形状が地下水面の分布と概ね一致していることから、地下水流動を遮蔽する断層線の存在と山体地下水の分布特性を的確に把握することができた。

自然電位法の適用の結果、斜面縦断方向において斜面下方から上方にかけて緩やかな電位の降下傾向と断層周辺部で大きな電位の増減が観測された。電位勾配でも断層位置で正負の高い電位を示す区間が見られた。

以上の結果から、当該斜面が深層崩壊を含めた崩壊リスクが高いことが明らかとなったほか、比抵抗探査および自然電位法の各物理探査手法が地盤内の地下水流動方向や断層の配置を検出する上で有効な手法である可能性が示された。

発表  
3

## 人口稠密地域での効果的な省スペース型土石流後続流対策構法についての実験的研究

山田 孝 やまだ たかし  
北海道大学大学院 農学研究院

人口稠密地域においては用地等の制約のため、土石流後続流処理施設（流末処理）の施工が困難なことが多い。こうした場合、砂防堰堤で土石流本体を捕捉できても後続流によって宅地が被災するケースがある。本研究では、後続流に依る氾濫・家屋被害の実態を調査するとともに、堰堤直下の底面スクリーン等の設置による後続流の小規模化について水理模型実験を行った。

被害の実態調査は平成20年9月豪雨で土石流が発生した岐阜県揖斐郡揖斐川町上野地区においてアンケートを行った。同様に人口稠密地域で土石流が発生した岐阜県、静岡県、広島県で、家屋の被害状況や土砂流の流動深、氾濫範囲等を詳細に調査した。

水理模型実験では勾配可変型二次元実験流路を使用し、堰堤直下に接続した底面スクリーンとポリマーおよび副ダムの組み合わせ、後続流の土砂濃度・ハイドログラフ・ピーク流量の低減程度を調べた。

被害の実態調査結果として、アンケート調査では、通

常後続流による被害は軽微なものとなるが、住民個人の生活においては、居住不能や工場の営業不能など、大きな経済的損害となる場合があることが明らかになった。家屋被害の調査では、壁の凹み傷や基礎通気口からの土砂流入等いくつかの被災形態が一戸に対して複合的に生じており、特に開口部のガラスが破壊される事例が顕著であった。

水理模型実験では、ポリマーによる吸水効果はほとんど認められなかったが、砂防堰堤直下への底面スクリーンおよび副ダムの設置が効果的であることが判った。特に副ダムの高さを上げることで、より多くの後続流内の土砂が貯留される結果となり、後続流の土砂濃度やピーク流量が顕著に低減した。このような施設により後続流の土砂を捕捉することによって、土砂濃度が低下し、結果、後続流のハイドログラフの小規模化と被害軽減につながることを期待される。

発表  
4



## 土石流ブレーカーによる土石流の堆積機構の検討と解析モデルの提案

長谷川 祐治 はせがわ ゆうじ  
広島大学大学院 総合科学研究科

土石流災害発生後に、砂防堰堤を設置するまでの一時的な施設としてのハード対策には、強靱ワイヤーネットが用いられることが大部分で、他の選択肢は殆ど無い。そこで、一時的なハード対策の選択肢を増やすことが、土石流対策において重要でないかと着想した。ハード対策の一つには土石流ブレーカーが挙げられる。溪流に設置すると、すのこ状のブレーカー開口部を通じて土石流中の液相が排水され、底面せん断力が増加することで土石流が減速・停止する機能を持つことが知られている。しかし、粒径と開口部幅の比など、ブレーカーの効果が十分発揮される条件が系統的に整理されていないことが課題に挙げられる。

本研究では、土石流ブレーカーによる土石流の停止・堆積過程を定量的に評価するため、ブレーカー上での間隙水圧減少や、ブレーカー開口部を通じた土石流中の液相および固相の透過を考慮した数値解析モデルを構築した。また、水理実験により土石流ブレーカーの機能を検討し、実験で得られた結果との比較から数値解析モデルの妥当性を検証した。

水理実験では部材幅と開口部幅の組み合わせが異なるブレーカーモデルを作成して、ブレーカーの機能を水理

条件とブレーカーの形状から検討した。実験結果から、ブレーカーを設置すると施設なしと比べて最大到達距離が0.6～0.7倍まで抑制されることを確認した。また、土石流の停止、堆積にはブレーカーの開口部幅と粒径の比、さらに開口部の部材幅が影響することを明らかにした。

土石流ブレーカー上での間隙水圧の減少効果、開口部からの液相及び固相の透過に着目して、計算メッシュに透過率を設定することにより局所的な開口部幅の影響や、開口部幅を通過する粒子の大きさを考慮した数値解析モデルを新たに構築した。計算結果では、実験から得られた最大到達距離、堆積層厚分布、ブレーカー開口部からの透過量分布の傾向が表現され、計算が土石流ブレーカーの定量的な評価に活用できることが示された。

今後は、ブレーカー上に堆積した土砂の再侵食、特に、堆積土砂中の浸透及び不飽和土砂を考慮したモデルを導入することで、より実現象に即した土石流ブレーカーの機能評価に繋げることが可能になると考えられる。

発表  
5



## 地震・地すべり変位・間隙水圧の高頻度ハイブリッド観測による地震地すべり発生メカニズムの解明

大澤 光 おおさわ ひかる  
筑波大学 生命環境系

地震地すべりの発生メカニズムを明らかにするため、地震計を地すべり地内に設置するとともに、間隙水圧計をすべり面直上に配置し、高頻度のサンプリングを行った。

研究対象地は、内陸型地震を対象として糸魚川～静岡構造線近傍の新潟県上越地方の中山間地に位置する伏野地すべり、海溝型地震を対象として千島海溝沿いのプレート境界近傍の北海道東方の海岸に面する沖万別地すべり及び後静地すべりの計3箇所とした。

伏野地すべりでは、受圧膜式圧力計と強震計を設置し、両者とも100Hzの高頻度観測を実施している。その他、地中伸縮計、雨量計、積雪深計等の観測を実施している。しかし、本観測体制移行後、間隙水圧を上昇させるような地震が発生していないため、従前に得られた

データにより解析を行った。沖万別地すべり及び後静地すべりでは、受圧膜式圧力計を5Hzで、強震計を100Hzで観測している。その他、地表伸縮計の観測を実施している。2018年4月14日に根室半島南東沖のM5.4の地震時における観測結果の解析を行った。

地震時の間隙水圧変動記録から、地震を契機に間隙水圧がスパイク状に変動し、静水圧を超える過剰間隙水圧が発生していることがわかった。短周期的な間隙水圧変動は地盤内における間隙水の弾性変形であると推察されるが、過剰間隙水圧が残留し、元のレベルに戻らない状態では地盤内において塑性変形が進行していると考えられる。また、別地点のマイナスの間隙水圧変動記録から、地すべり頭部などの引張場における弾塑性変形を反映したものであること、上下方向の最大加速度と間隙水

圧変動量から、両者の間には指数関数的な応答関係があることも推察された。

今後は、今回観測事例が少ない60gal以上の加速度の地震動を捉えるために、動的観測を継続するとともに、

動的化できていない地すべり移動量箇所を更新していく予定である。また、現地観測結果を用いた室内土質力学試験をおこない現場の状況を再現することができるか検討を進める予定である。

## 令和2年度 (一財) 砂防・地すべり技術センター講演会 ご 案 内

「令和2年度(一財)砂防・地すべり技術センター講演会」を下記のように開催いたします。参加ご希望の方は、弊センターホームページ (<http://www.stc.or.jp>) 参加申込フォーム(4月下旬準備予定)からお申し込み下さい。

記

日時：令和2年6月16日(火) 13:30～17:00

場所：砂防会館「シェンバッハ・サボー 淀・信濃」  
東京都千代田区平河町2-7-4 TEL 03-3261-8386

テーマ：「土砂災害警戒避難基準」

参加費：無 料

プログラム：

(敬称略)

13:30	開会挨拶	南 哲行 ((一財) 砂防・地すべり技術センター 理事長)
13:35	来賓挨拶	今井 一之 (国土交通省 水管理・国土保全局 砂防部長)
13:40	基調講演	土砂災害警戒避難基準研究の経緯と今後の課題 (仮題) 鈴木 雅一 (東京大学 名誉教授)
14:25	講演 1	土砂災害に対する実行性のある避難を確保するための施策 (仮題) 國友 優 (国土交通省 水管理・国土保全局 砂防部 砂防計画課 砂防計画調整官)
15:10	休憩 (15分)	
15:25	講演 2	土砂災害警戒避難に関する研究の動向 (仮題) 中谷 洋明 (国土交通省 国土技術政策総合研究所 土砂災害研究部 土砂災害研究室長)
16:10	講演 3	土砂災害情報の高度化に関する研究について (仮題) 西内 卓也 ((一財) 砂防・地すべり技術センター 企画部 上席参事)
16:55	閉会挨拶	栗原 淳一 ((一財) 砂防・地すべり技術センター 審議役)
17:00	終 了	

※詳細はHPで順次ご紹介の予定です。