

土砂災害調査における調査支援システムの開発（その4）

— 構造物の点検調査におけるRTK受信機の測位結果と構造物図面データとの比較 —

中電技術コンサルタント（株）河川本部 正会員 ○河井恵美，荒木義則，非会員 猿渡雄二

茨城工業高等専門学校 学生会員 大泉拓也，桐山魁，正会員 岡本 修

（株）近計システム 正会員 森安貞夫，高田技術経営コンサルタント フェロー会員 高田知典

1. はじめに

平成24年7月九州北部豪雨や平成30年7月豪雨を始め、中国・九州地域では豪雨被害¹⁾が繰り返し起こっている。特に山間部では豪雨に伴い土砂災害の恐れがあり、一旦、土砂災害が発生すると被害状況等を確認するために緊急的な土砂災害調査が実施される。調査を効率化するため、我々は高精度衛星測位を用いた調査支援システムの開発に取り組んでいる。本稿では、本システムに導入予定のマルチバンド受信機を用いて、土砂災害により「被害を受けた治山ダム」や「災害復旧により新設された砂防堰堤」の施設点検を行い、現況測量図面や設計図面に対して測位点が一致するか確認した結果を述べる。

2. 災害復旧現場における試行実験

試行実験を行った災害復旧現場は、平成26年8月20日の広島豪雨災害により土石流の発生した広島市安佐南区八木地区であり、可搬性の優れたマルチバンド受信機（F9P）とシングルバンド受信機のM8の2つ受信機を用いた測位性能を確認した。図-1に基準局の設置状況を示す。基準局は、調査現場から約1km離れた国土交通省中国地方整備局八木出張所の屋上に設置した。図-2に移動局の観測状況を示す。移動局となる調査員は、アンテナを取り付けた約2mのポールを持ち、徒歩で移動した。土砂災害調査では、砂防堰堤や治山ダム等の構造物の被害状況や土砂堆積状況等を確認し、調査結果から必要に応じて緊急除石や応急復旧等の作業を行うこととなる。本実験では、治山ダムの堤体の天端を計測し、現況測量図面に測位点が一致するかを確認した。また、砂防堰堤の天端（水通し）・側壁・水叩きの状況を確認するための巡視点検ルートを計測し、設計図面に測位点が一致するかを確認した。



図-1 基準局の設置状況

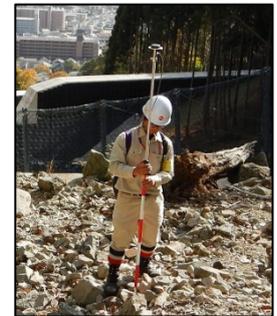


図-2 移動局の観測状況

図-2に移動局の観測状況を示す。移動局となる調査員は、アンテナを取り付けた約2mのポールを持ち、徒歩で移動した。土砂災害調査では、砂防堰堤や治山ダム等の構造物の被害状況や土砂堆積状況等を確認し、調査結果から必要に応じて緊急除石や応急復旧等の作業を行うこととなる。本実験では、治山ダムの堤体の天端を計測し、現況測量図面に測位点が一致するかを確認した。また、砂防堰堤の天端（水通し）・側壁・水叩きの状況を確認するための巡視点検ルートを計測し、設計図面に測位点が一致するかを確認した。

3. 現況測量図面と治山ダムの測位結果の比較結果

図-3 (a) に治山ダムの外観を示す。平成26年8月20日の広島豪雨災害の際に被害を受けており、図-3 (b) に示すような破損が見られる。土砂災害現場の環境において、シングルバンド受信機では、測位点の飛びが多く、Fix解に収束できない。そのため、マルチバンド受信機の結果のみを示す。図-4に治山ダムの下流面端部の測位結果を現況測量図面上に重ねたものを示す。



(a) 治山ダムの外観 (b) 治山ダムの被災状況
図-3 平成26年の土砂災害によって被災した治山ダム

キーワード 土砂災害調査，巡視点検，構造物点検，衛星測位，RTK

連絡先 〒734-8510 広島市南区出汐2丁目3-30, TEL082-256-3347

拡大図に示す丸で囲んだ箇所は、気泡管を見ながらアンテナを整準し、治山ダムの下流面端部を計測した地点である。現況測量図面は平成26年8月20日の広島豪雨災害による土砂災害後に作成されており、治山ダムの破損した個所が反映されている。現況測量図面と静止したときの測位点は、ほぼ一致していることを確認した。

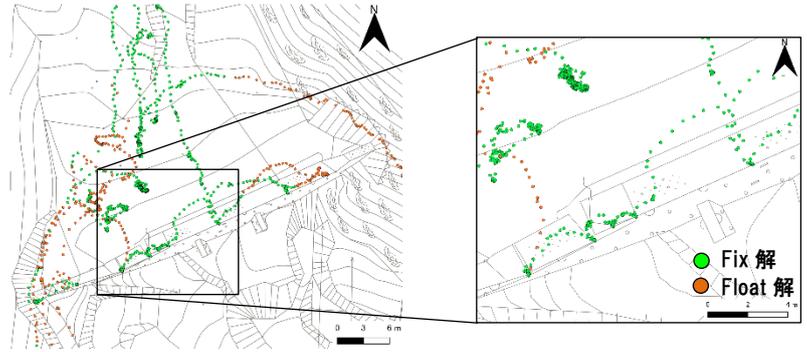


図-4 の治山ダムの現況測量図面と本実験の測位結果（平成26年の土砂災害後）

4. 設計図面と砂防堰堤の測位結果の比較結果

平成26年8月20日の広島豪雨災害後に砂防堰堤が新設されており、砂防堰堤の巡視点検ルートを歩いて計測した。図-5の左図は、撮影時期の関係から航空写真（地理院タイル）には新設された砂防堰堤が写っていないため、設計図とマルチバンド受信機による測位点を重ねて表示した。また、右図は砂防堰堤の周辺を拡大したものを示した。測位点は、飛び点もなく徒歩で歩いた巡視ルートとよく一致していることが確認できた。

また、図-5（右図：左下黒枠囲み部）の砂防堰堤の部分拡大したものを図-6に示す。図-6には、設計図と測位点の関係に加えて、別途開発した土砂災害調査効率化アプリで撮影した砂防堰堤の点検写真（水通し底面部、側壁頂部、堰堤下流面の水叩き端部）を示している。撮影写真には、属性情報としてマルチバンド受信機で測位した座標が自動取り込みにより付与される。

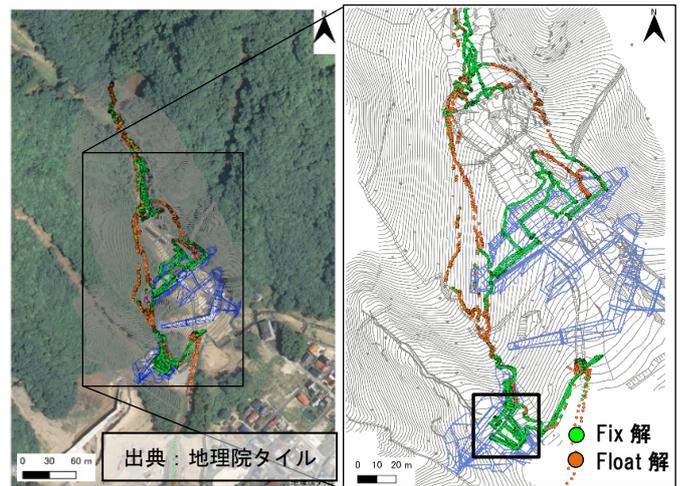


図-5 砂防堰堤の設計図と本実験の測位結果

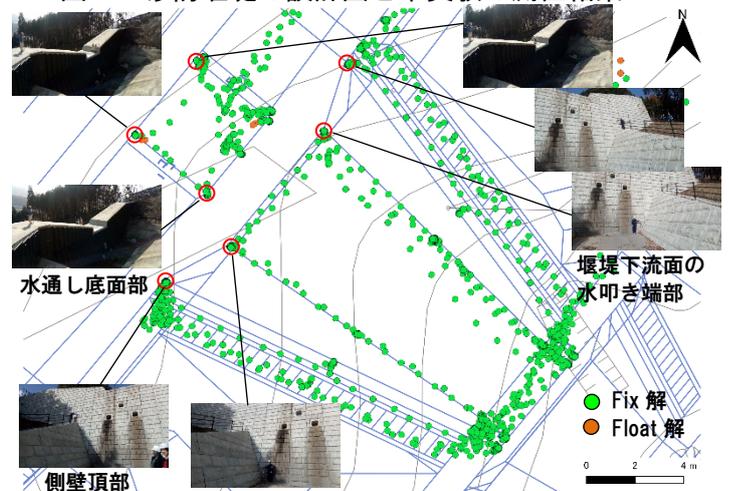


図-6 構造物端点のRTK測位結果

5. まとめ

本稿では、障害物により遮蔽やマルチパスが懸念される環境において、最新の可搬性の優れたローコストマルチバンド受信機の測位精度と実用性を評価した。災害復旧現場における試行実験では、砂防堰堤下流面等の構造物に近接する環境における測位においてマルチバンド受信機の測位性能の高さを確認した。また、マルチバンド受信機において測位結果が現況測量図面や設計図面とほぼ一致することを確認した。構造物のRTK測位による点検調査の実用化に向けた今後の課題としては、点検・検査に必要なRTK測位の要件整理（精度、作業手順など）、種々の構造物を対象とした実証データの取得、RTK測位点検・検査のための現場導入基準や作業マニュアルの作成、などがあげられる。今後も、「土砂災害調査における調査支援システム」の実用化に向けて研究会として取り組む所存である。

謝辞 本研究の実施に当たり、国土交通省中国地方整備局にフィールドをご提供頂きました。関係各位に感謝致します。

参考文献 1) 気象庁：気象庁が名称を定めた気象・地震・火山現象一覧、

<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/meishou/meishou_ichiran.html>, (入手 2019.3)