

RTK 搭載 GNSS ポールを用いた砂防調査・管理効率化ツール (SMART SABO) の活用について

国土交通省中国地方整備局 和田紘希^{※1}, 國時正博, 河口幸広
中電技術コンサルタント株式会社 ○荒木義則, 猿渡雄二, 山野亨, 河井恵美, 秦雅之

1. はじめに

中国地方は、平成 26 年 8 月の広島豪雨災害や平成 30 年 7 月西日本豪雨災害など、相次ぐ土砂災害に見舞われ多くの生命と財産が奪われた。また、近年、全国的にも土砂災害が頻発しており、緊急災害対策派遣隊（以下、「TEC-FORCE」と呼ぶ）による土砂災害発生後の緊急点検が毎年のように行われている。

砂防調査・管理効率化ツール（以下、「SMART SABO」と呼ぶ）は、土砂災害発生後の TEC-FORCE 活動を迅速かつ安全に遂行するための効率化ツール（現地調査用アプリ）として開発された。「SMART SABO」は、災害時の調査だけでなく、平常時から利活用することで「操作の習熟」と「情報の蓄積」に繋がることが期待されている。

本稿では、平常時の巡視点検や砂防施設点検に「SMART SABO」を活用するにあたり、新たに開発した「RTK 搭載 GNSS¹⁾ポール」を周辺機器として組み合わせることで、調査位置の精度向上や i-Construction（維持管理）への展開を視野に入れた 3 次元空間情報（3 次元点群データ）の活用等に関する試行実験を行った結果について報告する。

2. 試行実験の概要

「SMART SABO」は、各種モバイル端末にアプリをインストールして利用するため、撮影写真や現在地等の位置情報は、利用端末に内蔵された GPS 測位の精度の影響を受ける。通常、モバイル端末に内蔵されている GPS の測位方式は、「単独測位」であり、上空視界の開けた良好な場所であっても、±5～10m 程度の誤差が含まれる。また、森林・溪流・砂防堰堤（構造物）等の周辺は、上空視界が悪い場合が多く、測位精度の低下や測位そのものが出来ない場合もある等、劣悪環境下での測位精度の向上が課題となっている。

試行実験は、「SMART SABO」の“測位精度の向上”と“維持管理の高度化”を図るために、平成 26 年 8 月の広島豪雨災害で土石流が発生した広島市安佐南区八木地区の溪流において、砂防堰堤（水叩き部、側壁部、袖部、本体天端部等）、工事用道路、被災した治山ダム（袖部、本体天端部、本体下流面、水叩き部）、溪流（土石流堆積物）等を対象とし、予め設定した巡視点検ルートを使って、巡視点検と施設点検を行った。実験ケースとその概要を表-1 に示す。

表-1 実証実験ケースとその概要

ケース	名 称	利用機器	内 容
1	巡視点検ルート の移動軌跡 の測位精度の 確認	スマートフォン端末 RTK 搭載 GNSS ポール (長尺: 2 m)	◆GNSS ポール (長尺) を持って、砂防堰堤周辺の巡視点検ルートを歩き、移動軌跡 (1 秒に 1 回の座標データ取得) を記録する。 ◆移動軌跡と砂防堰堤設計図 (1/500) を重ねて表示する。 ◆SMART SABO で撮影した写真とその位置座標を確認する。 ◆測位場所 (上空視界の程度) と測位精度との関係を確認する。
2	GNSS ポール (長尺) を組 み合わせた点 検調査	スマートフォン端末 RTK 搭載 GNSS ポール (長尺: 2 m)	◆GNSS ポール (長尺) を持って、被災した治山ダムおよびその周辺を点検しながら歩き、移動軌跡 (1 秒に 1 回の座標データ取得) を記録する。 ◆移動軌跡と地形図 (被災後の治山ダムや土石流堆積物等の測量成果) を重ねて表示する。 ◆SMART SABO で撮影した写真とその位置座標を確認する。
3	GNSS ポール (短尺) を組 み合わせた構 造物のクラッ ク調査	タブレット端末 RTK 搭載 GNSS ポール (短尺: 0.5m) 3D レーザスキャナ	◆GNSS ポール (短尺) を持って、被災した治山ダムのクラックを現場でトレース (1 秒に 1 回の座標データ取得) する。 ◆タブレット端末に、トレースしたクラックの 3 次元座標を自動で取り込む。 ◆別途、3D レーザスキャナーで治山ダムの形状等を 3 次元計測する。 ◆3 次元空間モデル (点群) に計測したクラックを重ねて表示する。

ここで、「RTK 搭載 GNSS ポール」とは、赤白ポールの上端に GNSS 受信機を付けたもので、現在市販されている測量用の機器ではなく、最新の可搬性に優れるローコストマルチバンド受信機^{2),3)}を使って新たに開発したものである。測位方式は、測位精度の向上を図るために「RTK 測位」とした。RTK (Real Time Kinematic) 測位とは、基準局と移動局の 2 つの受信機を利用し、リアルタイムに 2 点間で情報をやりとりすることで、高精度での測位を可能にする手法であり、基準局と移動局の距離 (基線長) が 10 km 程度であれば、衛星配置によって Fix 解 (水平誤差: 数 cm 程度)、Float 解 (水平誤差: 20cm～数 m 程度)、単独測位解 (水平誤差: 数 m 程度以上) が得られる。

RTK 測位を実現するための機器構成を図-1 に示す。基準局は、中国地方整備局の屋上にアンテナを設置 (三脚で仮設置) し、移動局は RTK 搭載 GNSS ポールを使い現地調査員が巡視・点検調査を実施した。実験では、1 秒毎の測位 (x,y,z) データを記録し、巡視・点検ルートと RTK 測位により記録された結果の関係を確認した。

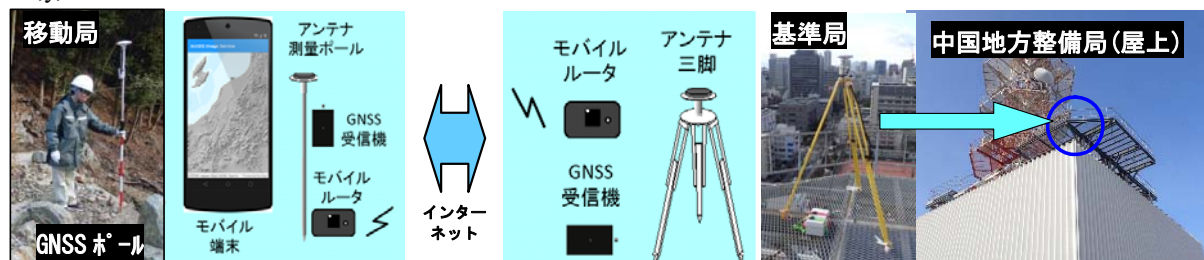


図-1 高精度衛星測位 (RTK 測位) の機器構成 (移動局: GNSS ポール, 基準局: 屋上)

※1 現所属: 環境省 環境再生・資源循環局

3. 試行実験の結果

3.1 巡視・点検ルート移動軌跡の測位精度の確認(ケース1)

RTK 搭載 GNSS ポールを持った調査員は、巡視点検ルート(水叩き、側壁下部、本堤下流面、側壁階段、天端)を通常点検と同じように歩き、移動軌跡を記録した。また、「SMART SABO」により記録写真を撮影した。

砂防堰堤設計図(1/500)と移動軌跡を重ね合わせたものを図-2に示す。図中の「点」は、自動記録された1秒毎の測位データであり、例えば、階段部や天端部等の移動軌跡が正確に記録されている。また、堰堤下流面は、上空視界の悪い場所であるが、同様に精度の高い(Fix 解が多い)測位結果が確認された。

3.2 SMART SABO と GNSS ポール(長尺)を組み合わせた点検調査(ケース2)

治山ダムは、土石流により袖部(打ち継ぎ目)の破損、堤体下流面の縦クラック等が発生している。また、下流側には土石流堆積物等の異常堆積が確認される。RTK 搭載 GNSS ポールを使った移動軌跡や撮影写真の位置を現況地形図と重ね合わせたものを図-3に示す。図-3より、構造物の変状(袖部破損、クラック)箇所と現況地形図は良く整合していることを確認した。特に、主要な変状箇所は、RTK 測位により全て Fix 解となり、誤差数 cm の測位精度が得られた。

3.3 GNSS ポール(短尺)を使った構造物のクラック調査(ケース3)

治山ダムは、堤体に複数のクラックが発生していることから、RTK 搭載 GNSS ポール(短尺)を使ったクラック調査を行った。クラック調査は、現場でクラックを直接トレース(なぞる)するだけで、3次元計測され、タブレット端末に自動で取り込まれる。また、端末では、CAD 図面(現況地形図)に計測したクラック線がリアルタイムで表示されることから、計測結果をその場で確認することができる。次に、3D レーザスキャナーを用いて、被災した治山ダムの3次元点群データを取得し、3次元空間データを作成し、クラック調査の結果を重ね合わせて表現したものを図-4に示す。図-4より、現地で直接計測したクラックは、3次元空間データに正しく反映されていることが確認できた。このことから、本調査手法は、i-Construction(維持管理)における3次元データの活用策の一つとして、現場作業の効率化(手書きスケッチや内業トレース作業の削減や転記ミス等の防止)につながると考えられる。

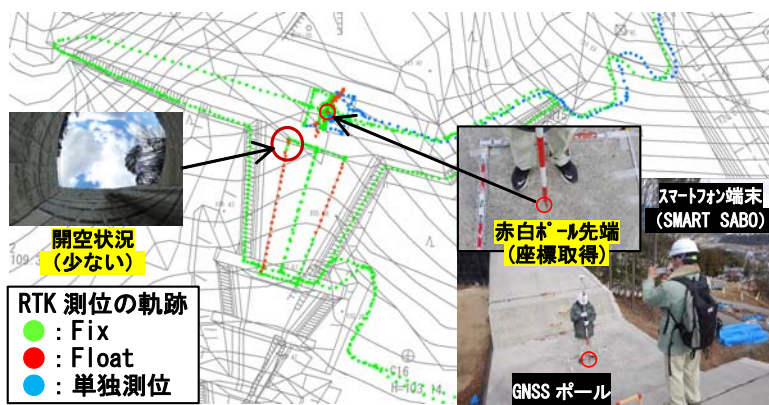


図-2 GNSS ポールを使った移動軌跡、着目箇所の調査事例(ケース1)

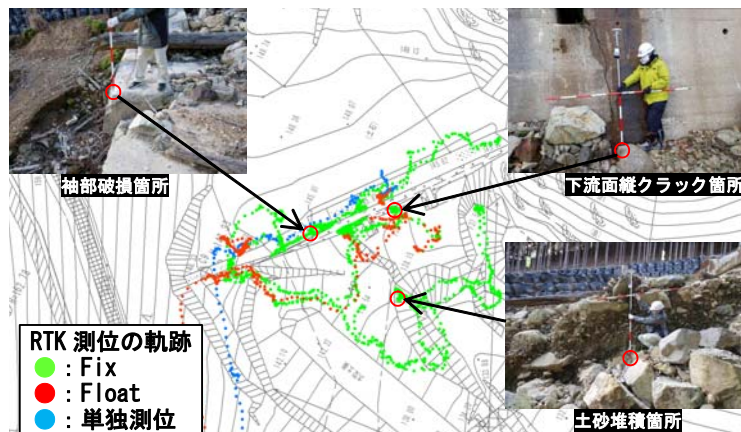


図-3 GNSS ポールを使った移動軌跡、着目箇所の調査事例(ケース2)



図-4 GNSS ポール(短尺)を使ったクラック調査の事例(ケース3)

4. おわりに

「SMART SABO」は、砂防現場における様々な調査・管理を効率化するために、災害時だけでなく平常時からの利活用が期待されている。本稿では、「SMART SABO」を利用する際に重要となる位置情報に関する“測位精度の向上”と i-Construction(維持管理)における3次元データを活用した“維持管理の高度化”を目指して新しく開発した周辺機器の試行実験の成果を示した。今後は、開発技術の適用限界や性能評価について、さらなる検証を進め、データ蓄積を行うと共に研究成果をとりまとめた情報発信を行う予定である。また、UAV(ドローン)等の様々な ICT 機器との連携を図り、安全確保を含めたさらなる効率化の検討にも取り組んで行きたい。

<参考文献等>

- 1) GNSS(Global Navigation Satellite System): QZSS(準天頂衛星システム), GPS, GLONASS, Galileo 等の衛星測位システムの総称。
- 2) 大泉拓也他(2019)災害調査での RTK 受信機利用に向けた性能評価, 応用測量論文集, JAST_Vol.30, p.119-128.
- 3) 桐山魁他(2019)災害調査システムに用いる RTK 受信機の性能評価, 土木情報学シンポジウム講演集, Vol.44, p.17-20.