

UAV（小型無人航空機）による盛土の維持管理手法の検討

国土防災技術株式会社 正会員 ○藤原 美波
 国土防災技術株式会社 正会員 戎 剛史
 立命館大学 正会員 小林 泰三

1. はじめに

平成 28 年度から、建設現場において 3 次元データを活用することで業務を効率化・高精度化することを目的とした i-Construction の取り組みが進められている。その中で、小型無人航空機（UAV：Unmanned Aerial Vehicle）を用いた維持管理に期待が寄せられている。盛土の維持管理手法の一つとして、UAV で取得した 3 次元データから、供用後の盛土の変状を空間情報として把握する手法が挙げられる。本研究では、UAV を用いて試験盛土の地形計測を行い、築造直後から崩壊過程における盛土の変状推移を 3 次元データで把握することを目的とした。

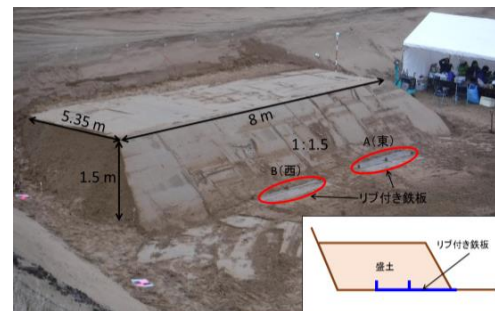


図 1 実証実験用盛土

表 1 UAV の空撮条件

地上解像度	4mm
画像形式	RAW(空撮後、Tiffに現像)
目標対地高度	15m
水平移動速度	1m/sec
移動幅	5m
撮影インターバル	2秒
撮影範囲面積	100m ²
飛行距離	80m

2. 方法

実験用に築造した盛土において変状発生前後の 3 次元データを UAV の空撮により取得し差分解析することで、盛土に発生した変状を空間情報として把握することとした。福井県あわら市の土取り現場にて、小規模な盛土を築造し、UAV による地形計測の実験を行った（図 1）。盛土の大きさは幅 8 m、奥行き 5.35 m、高さ 1.5 m、法面勾配は 1 : 1.5 とした。

盛土の変状は、底面にリブ付き鉄板を 2 枚重ねて東西（図 1 中 A、B）に設置し、鉄板を引き抜くことで発生させた。鉄板は、上下それぞれ 5、10、20、30 cm の 4 段階に分けて引き抜いた。

UAV で撮影した空中写真は、Agisoft 社の PhotoScan (Ver.1.2.3) で画像解析し、三次元データを作成した。3 次元データから数値表層モデル (DSM: Digital Surface Model) を作成し、QGIS (Ver.14.8) で差分解析した。



図 2 標定点および検証点の配置図

表 2 3 次元データの精度一覧

3次元データ		K-1誤差(cm)			K-2誤差(cm)		
		x	y	z	x	y	z
鉄板引き抜き前		-0.82	1.39	0.14	-0.6	1.34	-0.02
	上鉄板	-1.13	-0.74	-0.29	-0.6	-0.24	-0.82
	20cm	-1.3	-0.9	0.22	-0.6	-0.66	-0.69
	30cm	-0.3	0.43	-1.57	-0.11	0.59	-1.59
下鉄板	10cm	-1.14	1.52	-0.59	-0.64	1.44	-0.72
	20cm	-0.27	-0.34	-0.5	0.27	-0.27	-0.61
	30cm	0.62	-0.15	0.11	0.68	-0.36	-0.01
西鉄板	5cm	-0.65	0.16	0.03	-0.84	-0.01	-0.1
	10cm	1.15	-0.16	0.38	0.71	-0.63	-0.28
	20cm	-0.84	0.72	-0.72	-0.36	1.18	-0.66
	30cm	1.02	-0.53	-0.64	1.93	-0.17	-0.34

UAV による空撮および標定点・検証点の設置については、国土地理院の UAV を用いた公共測量マニュアル（案）¹⁾ に即して行った。UAV による空撮の条件を表 1 に、標定点・検証点の配置図を図 2 に示す。

3. 3 次元データの精度

作成した 3 次元データの精度は、検証点 K-1 および K-2 で確認した。検証点の座標の誤差を表 2 に示す。国土交通省の空中写真測量（無人航空機）を用いた出来形管理要領（土工編）（案）²⁾ によると、出来形計測においては検証点の誤差が xyz それぞれ ±5 cm 以内と示されている。本研究で作成した 3 次元データの誤差は ±2 cm 以内であり、要領に示された基準を満たしている。

キーワード i-Construction, 盛土, 維持管理, UAV, 3 次元データ

連絡先 〒651-0083 兵庫県神戸市中央区浜辺通 2-1-30 国土防災技術（株） TEL 078-221-2611

4. UAV による変状計測の結果

図3に UAV で取得したオルソ画像, 図4に鉄板引抜き後の DSM から引抜き前の DSM を減じた差分図を鉄板引抜き量毎 (5・10・20・30 cm) に示す。オルソ画像の解像度は3~7 mm, DSM のグリッドサイズは1 cm とした。ここでは, 西側下部鉄板引抜き時を例に示す。オルソ画像では, 鉄板の引抜きとともに亀裂が拡大し, 土塊が前方に押し出していく様子を確認できた。また, 鉄板引抜き後と引抜き前の差分図においてもオルソ画像で視認できた亀裂や陥没, 土塊の押し出しとそれに対応した盛土の沈下や隆起を確認できた。

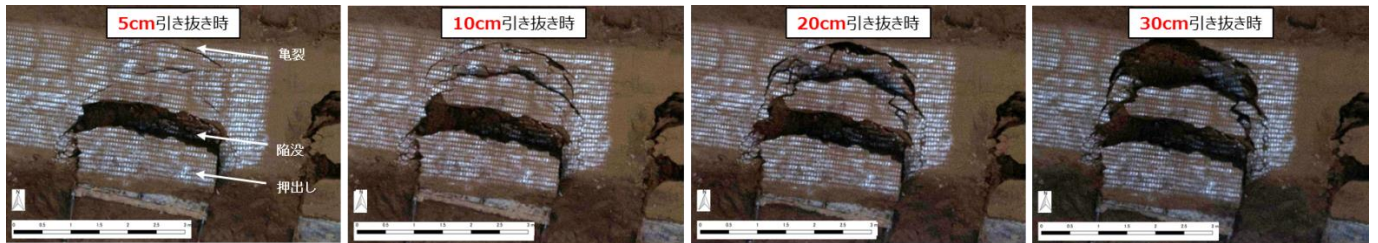


図3 UAV による変状計測結果 オルソ画像

5. 考察とまとめ

本研究では, 盛土の変状推移を UAV で取得した 3 次元データで把握することを目的として, 試験盛土の地形計測を行った。その結果, オルソ画像の比較や, 3 次元データの差分解析をすることで, 隆起や陥没などの分布域を把握することができた。

盛土の維持管理において, 変状が発生していない健全な状態, あるいは新設盛土築造直後の 3 次元出来形データを UAV により初期値として取得しておき, 定期的に空撮を続けることで, 盛土の変状モニタリングが可能であると考えられる。また, 空中写真撮影や画像解析は比較的短時間で行うことができるため, 盛土築造中に継続して空撮し, 差分解析により亀裂などの変状を把握することで, 法面崩壊等の施工中の不測の事態を回避することができる可能性がある。

今後の課題として, 検出すべき変状のスケールに合わせた精度管理や計測スパンの検討が挙げられる。

謝辞

本報告は, 国土交通省近畿地方整備局の新都市社会技術融合創造研究会における産学官プロジェクトのひとつである「3 次元データ活用に関する研究」で行った成果の一部を発表するものである。福井コンピュータ(株), 五大開発(株), 前田工繊(株), 近畿地方整備局との共同研究によるものであり, 地形計測の実験には, (株)大城組や轟建設(株), (株)田中地質コンサルタントをはじめ, 多くの関係者に協力を頂いた。ここに記して感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 国土交通省国土地理院: UAV を用いた公共測量マニュアル (案)
- 2) 国土交通省: 空中写真測量 (無人航空機) を用いた出来形管理要領 (土工編) (案)

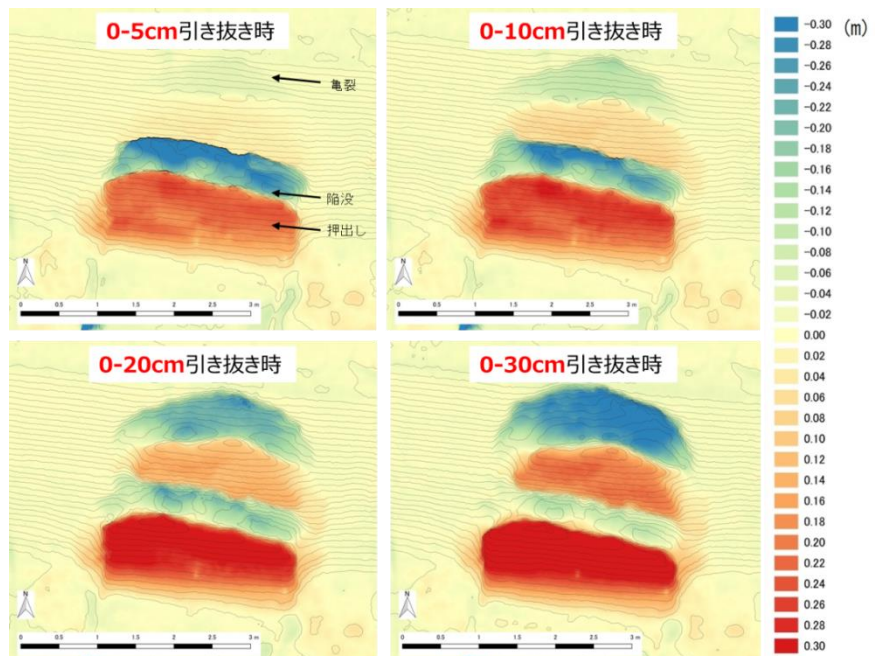


図4 UAV による変状計測結果 差分図