

3次元データを用いた法面の出来形計測手法について

ライト工業株式会社 正会員 ○平尾 裕斗

1. 目的

法面のモルタル吹付けや法枠の出来形管理には、吹付け厚さ、法面面積、法枠長、法枠断面などがあるが、その多くは法面上に設置した親綱にぶら下がり、人力によるテープ測量で計測、図化している。特に自然斜面等の急峻かつ広大な法面における出来形計測は、多くの時間と労力を必要とする作業のため、効率的な計測・管理手法が求められている。このような状況の中、ICT 技術や3次元データを活用した施工管理・出来形管理の導入・普及が国土交通省の施策のもとに推進されており、ICT 土工や ICT 舗装工などに続き、ICT 法面工が平成 30 年度より試行されている¹⁾。筆者は、ICT 法面工の本格運用に先立ち、出来形管理への3次元データの活用に関する基礎試験を実施したので、その結果を報告する。

2. 写真測量を活用した法面の出来形計測

2.1 対象法面および検証項目

当社の研究開発拠点となる「R&D センター」にある延長約 20m、法長約 2.0m の法面を対象として、写真測量による出来形計測を行った。出来形の検証項目は、「法面面積」および「吹付けモルタルの厚さ」の2項目とした。吹付け厚さの計測を行うため、モルタル吹付け前後に写真測量を行った。なお、モルタルの吹付け厚さは5cm～10cmであり、これは一般的に施工される吹付け厚さに相当する。

2.2 法面の3次元復元化

対象法面が小規模であったため、撮影には UAV (Unmanned Aerial Vehicle) を用いず、法面から約 8m 離れて、ICT 土工における UAV を用いた土工出来形管理の基準類を参考に、隣接写真とのオーバーラップ率が 80% になるように、また法面の凹凸による不可視領域などが3次元モデルに影響するため、法面に正対して地上撮影を行った。なお、法長方向は1枚の画像に入ったためラップ撮影は行っていない。撮影機材は、市販されているデジタルカメラ (NIKON 社製 COOLPIX S9900) を使用し、画素数は 4608×3456 の約 1600 万画素で撮影し、モルタル吹付け法面の3次元復元化には、写真測量ソフトウェア PhotoScan (Agisoft 社製) を使用した。3次元復元化に伴う精度管理は、地上基準点以外に設置した検証点に対し、ソフトウェア上の推定座標とトータルステーション (以下、TS) により測量した実測値を比較した。モルタル吹付け前後の3次元復元化のデータを利用して、吹付け厚さが 10cm 程度の差分を計測する必要があるため、精度管理は 1cm 以下で行った。図-1 に対象法面 (モルタル吹付け前、モルタル吹付け後) の3次元モデルを示す。

2.3 出来形計測ー 法面展開図作成および面積算出ー

写真測量によって作成した法面展開図の面積の基準データはテープ測量による実測とした。写真測量による展開図の作成は、AutoCAD 上に表示した3次元点群データ上に配置した変化点をもとに、自動的に法面展開図の作成、及び三斜の長さ、面積の一覧表が作成可能な自社開発ソフトで実施した。なお、3斜の法長は2点間



図-1 3次元モデル(左図：吹付け前、右図：吹付け後)

キーワード 法面工，出来形計測，写真測量，3次元点群データ，施工管理

連絡先 〒300-2658 茨城県つくば市諏訪 C23 街区 3 画地 ライト工業株式会社 R&D センター TEL029(846)6175

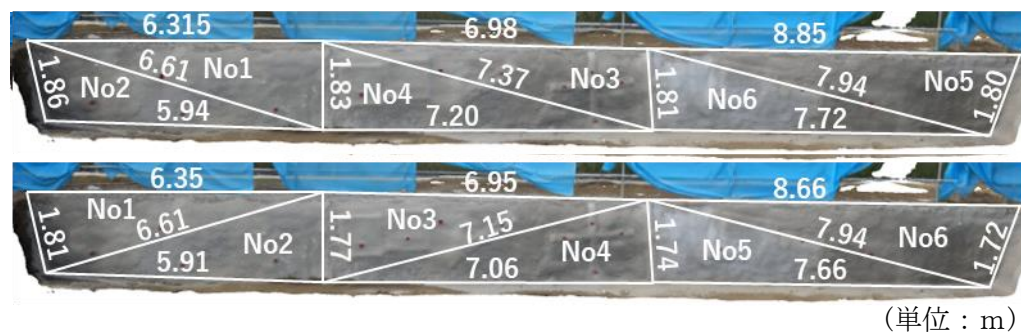


図-2 三斜求積図 (上: テープ測量 下: 写真測量)

表-1 求積結果

(上: テープ測量 下: 写真測量)

No.	a.	b.	c.	S.	Area.
1.	6.32	6.61	1.83	7.38	5.78
2.	1.86	6.61	5.94	7.21	5.38
3.	6.98	7.37	1.81	8.08	6.29
4.	1.83	7.37	7.2	8.20	6.58
5.	8.85	1.8	7.94	9.30	6.48
6.	1.81	7.72	7.94	8.74	6.99
合計	-	-	-	-	37.50

No.	a.	b.	c.	S.	Area.
1.	6.35	1.81	6.13	7.14	5.51
2.	1.79	6.13	5.91	6.91	5.25
3.	6.95	1.79	7.15	7.95	6.26
4.	1.81	7.15	7.06	8.01	6.37
5.	7.98	1.81	7.66	8.72	6.87
6.	8.66	7.98	1.82	9.23	6.98
合計	-	-	-	-	37.25



図-3 検測位置図および計測結果

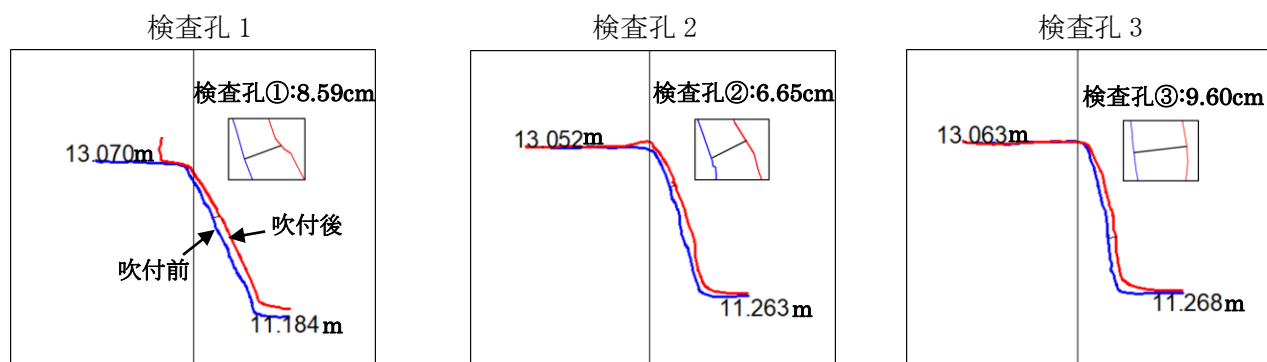


図-4 断面図作成による吹付け厚さ計測

の直線距離とした。図-2、表-1 にテープ測量、写真測量による三斜求積図、求積結果をそれぞれ示すが、その差異は -0.25m^2 という結果であった。しかし、変化点の数、設置方法によって面積が変わってくるという課題が残された。

2.4 出来形計測 — 断面図作成および吹付け厚さ計測 —

写真測量による吹付け厚さの計測精度の検証を行うため、検測孔を3か所設け、コア抜きして実測した。図-3に検測位置、図-4に吹付け厚さの計測結果を示す。吹付け厚さは、検測孔を配置した位置において、吹付け前後の3次元データをもとに断面図を作成し、事後の検測孔位置の法線方向に吹付け前の断面との交点を求め、その長さを吹付け厚さとして計測した。写真測量による厚さの計測結果とコア抜きによる検測結果との差異は、すべて約1cm以内という結果であった。

3. 考察および今後の取り組み

一現場の適用事例ではあるが、計測精度の検証結果から、3次元データによる法面の出来形計測の可能性は示されたと考える。法面施工機械のICT化とともに、3次元データを施工管理においても利用する等、多目的に活用することで、データの有効活用、費用対効果の向上はもとより、施工全工程としての効率化、省力化、法面工以外の人材の活用等が期待される。今後、法面の出来形計測における3DレーザースキャナーやUAVによる3次元データの実利用を見据え、法面のモルタル吹付工や法枠工の現場で、撮影手法の妥当性や複数の出来形管理項目の精度検証を継続して実施し、適用上の知見を蓄積していきたいと考えている。

参考文献

- 1) H31 年度以降適用される技術基準類, 国土交通省, 第8回 ICT 導入協議会平成 31 年 3 月 1 日