

3 次元起工測量への 5 mDEM の適用とデータ容量削減との検討

八千代エンジニアリング株式会社 正会員 ○伊藤優太 吉川修一 沼田太郎
高速道路総合技術研究所 正会員 中澤正典 日下寛彦 安部哲生

1. はじめに

高速道路の土工工事では、生産性向上の取り組みとして、工事の各段階において ICT を活用する ICT 土工が導入されている。

ICT 土工の施工実態に関する研究¹⁾において、高速道路の工事における ICT 活用の実態調査から今後のさらなる活用のため、ICT 土工に関する課題や改善点の抽出を行い、ICT の活用を拡大するための実態把握を行った。

UAV を用いた 3 次元起工測量では、障害物の存在や樹木伐採の進捗、パイロット道路の施工等の要因によって測量回数が増えてしまい、作業が難航する。また、測量データの容量増加によるソフトウェアの操作性の低下に関する課題もあげられた。

そこで、本論文では、初期地形に 5mDEM を適用し、地形形状を効率的に取得する検討およびデータの容量を削減する方法についての検討結果を取りまとめた。

2. 5mDEM の適用の検討

起工測量は、着工前の現場形状を把握するための測量であるため、日本の地形形状を網羅的に整備している国土地理院の 5mDEM に着目した。5mDEM で作成した地形形状を、起工測量に代替することができれば、測量作業の負担が軽減することから、その可能性を検証した。

検証手法は、施工者から提供された UAV 写真測量と UAV レーザ測量の成果を対象として、それぞれの地形形状と国土地理院からダウンロードして作成する 5mDEM による地形形状をアイサンテクノロジー社の点群加工ソフトウェア「WingEarth」を用いて三次元による変動量の評価を行う。

ここでいう変動量は、5mDEM による地形を基準面、各計測データによる地形を比較面とした場合の、基準面と比較面の差分土量を指す。計測データの標高が 5mDEM より高い場合の差分土量を正の変動量、逆の場合を負の変動量と表す。「WingEarth」では、指定した基準面と比較面の、メッシュごとの変動量をヒートマップとして表現し、視覚的に確認することが可能である (図-1)。

従って、5mDEM との地形形状の差 (変動量の絶対値) が小さいほど、これらのデータは、同一の地形形状と見なされ、起工測量の代替として適用できる可能性が示される。検討条件を表-1 に示し、検討結果のとりまとめを表-2 に示す。

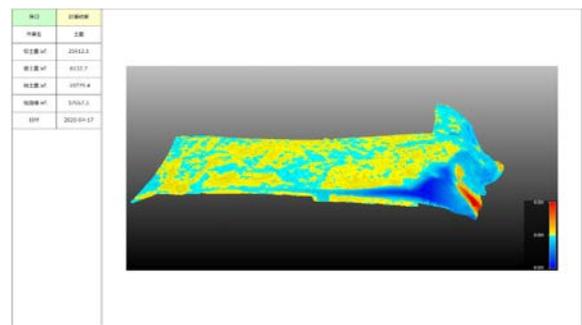


図-1 WingEarth による変動量の比較イメージ

表-1 検討条件

項目	①工事	②工事
測量方法	UAV 写真測量	UAV レーザ測量
場所	静岡県	滋賀県
使用する単位	m (メートル)	m (メートル)
土量計算のメッシュサイズ	0.25m ²	0.25m ²
5mDEM の種類	DEM5A	DEM5A
5mDEM の測量年	2013 年	2009 年
起工測量の測量年	2017 年～2019 年	2018 年
起工測量の検証データ数	14 データ	2 データ
地形の特徴	起伏の大～小が混在	起伏の大きい山岳部

表 2 検討結果 (抜粋)

No	項目	①工事	②工事
1	負の変動量の絶対値 (m ³)	1,538.8	6,453.3
2	正の変動量の絶対値 (m ³)	2,845.6	9,227.7
3	変動量の合計 (m ³)	4,384.4	156,831.0
4	計算範囲の面積 (m ²)	25,459.0	152,572.0
5	単位面積あたりの平均変動量 (m)	±0.172	±0.182
6	100m×100mの面積に10mの盛土を想定したケースでの全体土量に対する変動量の影響度	±1.72%	±10.28%
(1 データ抜粋時) 計測範囲の最大標高差		10m	105m

キーワード：ICT 土工、起工測量、5mDEM

連絡先：八千代エンジニアリング株式会社 情報技術部 伊藤優太 (TEL : 03-5822-6646)

表 3 変動量の影響度*

条件		①工事 (UAV 写真測量)	②工事 (UAV レーザ測量)
地形 形状	平坦地	±1.57%～ ±4.31%	
	急傾斜地	±5.28%～ ±18.35%	

※100m×100mの面積に10mの盛土を想定したケースの
全体土量における変動量の影響度

UAV 写真測量および UAV レーザ測量と 5mDEM の
3次元地形形状の検討結果から得られた変動量の影響
度の一覧を表-3に示す。

本検討において得られた知見は、起伏が少ない平地
かつ一定以上の計測範囲がある場合は、各計測データ
と 5mDEM との地形形状の差が小さいため、5mDEM
を起工測量の代替として適用できる可能性があり、適
用ができる場合は起工測量を実施する必要がなくなる。
また、実際に計測されたデータと 5mDEM との計測年
の差が短いほど、現地地形との変動が少ないと考えら
れるため、さらに 5mDEM の適用できる可能性は高ま
ると考えられる。

3. データ容量削減の検討

本検討では、起工測量で計測された点群から従来の
路線測量と同様の 20m間隔の横断面を作成する。作成
した横断面より 3次元地形形状を作成し、点群から作成
した地形形状との変動量の比較を行うことで、データ
容量の比較および地形の再現性を検証する。検討条件
は、表-1と同様のデータを用いて実施した。

データ容量の比較結果を表-4に示す。点群データか
ら作成した 3次元地形データ容量に比べて、20m横断
によって作成した地形データ容量は、1/10以上の削減
になった。また、広範囲のデータとなる場合は、さら
に削減率は上昇し、実測データと比べ 1/50の削減が確
認された。

表 4 データ容量の比較結果 (抜粋)

No	項目	①工事	②工事
1	点群データから作成した 地形データ容量(KB)	30,445	121,604
2	点群データから 20m横断で作成した 地形データ容量(KB)	2,941	2,459
3	地形データ容量の削減	1/10	1/50

参考文献

- 1) 中澤正典, 日下寛彦, 安部哲生, 吉川修一, 佐々木直也: ICT 土工の施工実態に関する研究, 土木学会
第 75 回年次学術講演会, VI-1074, 2020.

表 5 検討結果 (抜粋)

No	項目	①工事	②工事
1	負の変動量の絶対値(m ³)	2,056	64,621.5
2	正の変動量の絶対値(m ³)	2,322	67,189.9
3	変動量の合計(m ³)	4,378	131,811.4
4	計算範囲の面積(m ²)	2,5440	151,791.0
5	単位面積あたりの平均変動量(m)	±0.172	±0.868
6	100m×100mの面積に 10mの盛土を想定したケースでの 全体土量に対する変動量の影響度	±1.72%	±8.68%

また、表-5より、起伏が小さい場合は、実測データ
との変動量も小さく、点群データから 20m横断で作成
した地形形状を起工測量の代替として適用できる可能
性がある。また、起伏が大きい地形形状であっても変
動量が少ない場合があり、適用性の可能性はあるが、
標高変動の多い地形は留意が必要である。そのため、
横断を 10m 間隔や標高変動点で増やす等の対応によ
り横断面を補うことが可能である。今回検証したデー
タでは、いずれも単位面積当たりの変動量は小さく地
形の再現性も担保できていると考えられる。

4. まとめ

本検討では、施工者から提供された全 16 データを
用いて、現状の技術を活用することによる初期地形に
5mDEM を適用する検討および測量データを縮小化す
る検討を実施した。

5mDEM の適用については、起伏が少ない平地かつ
一定以上の計測範囲という現場条件があるものの、各
計測データと 5mDEM との地形形状の差が小さいた
め、代替としての適用の可能性が示された。

また、測量データの縮小化する方法の起工測量で計
測された点群から作成した 20m横断を用いた地形形
状では、地形形状に関係なく代替として適用できる可
能性があり、データ容量も 1/10 以上削減が確認された。

今後は、本検討で得られた知見をもとに検証デー
タを増やして、現場への適用可能性を確認する必要が
ある。なお、起工測量の課題は、施工者の ICT 土工への
熟達や、ICT 技術の進展によって解決することも想定
されるため、総合的な観点で生産性の向上を図ること
が望まれる。