

3 次元モデルを用いた土量算出における最大モデルサイズの検討

群馬工業高等専門学校 学生会員 ○石井 敦大
 関東測量株式会社 正会員 大橋 祥子
 関東測量株式会社 正会員 小林 雅人
 群馬工業高等専門学校 正会員 先村 律雄

1. 目的

現在,土木業界では3Dデータを用いた施工の導入が進められている。しかし,地場企業ではほとんど利用されていない。その原因として考えられるのが「3次元データを使いこなせる能力を持ったエンジニアが少ないこと」,「3Dデータ化にかかる導入コストが高いこと」が挙げられる。そのため,地場企業では依然2Dデータを用いた工事が主流となっている。3Dデータ計測は高速なので,建設現場で工事を止めることなく作業できるため,地場企業も3Dデータを導入できれば施工段階での出来高の算出や出来形の計測が容易になり,生産能力を上げることができる。今後,高齢化が進んで多くの技術者が離職していく日本で導入が望まれている。昨年はRhino5¹⁾と呼ばれる構造物のデザインなどを目的としているモデリングソフトを用いた土量算出における生産効率の改善について検証した。その結果Rhino5のプライミングソフトであるgrasshopperの機能で作成したモデルはメッシュサイズによって土量体積が変化することがわかった。そこで本研究では,掘削土量の算出に影響を与えない最大メッシュサイズを求める。最大メッシュサイズの発見によりモデル運用の負荷を軽減するためである。本研究は,土量に変化しない最大モデルサイズの検討を目的とする。平面に近い地形と起伏の大きい地形のモデルを用いてサイズを検討する。最大モデルサイズはデータ容量が最も小さくなりかつ真値の土量と最も近いサイズである。

2. 検証方法

- (1) 最初にRhino5のプライミングソフトであるgrasshopperの機能を使いモデルサイズ1(m)×1(m)の掘削土量を求めこれを真値(基準値)とした。土量計算は計算を容易にするためすべて1点柱状法を用いた。
- (2) 1点柱状法は中心の1点の高さのみしか使用しないため,モデルサイズが大きくなるにつれて基準値より誤差が生じる²⁾。そのため,真値(基準値)とモデルサイズを1~50(m)に変化させて求めた掘削土量と比較し最適モデルサイズの検証を行った。真値との掘削土量ずれを差異(%)³⁾で示した。
- (3) 本研究では,平面に近い地形として利根川の堆砂部2カ所と前橋市の粕川,宇都宮の堆砂土掘削データを使用した。また,起伏のある地形として桐生市の姥沢のデータを使用した。ただし,姥沢では実際に掘削工事は行っていないためRhino5で2種類の異なるメッシュを張り起伏のある地形での検証を行った。例として検証に使用した地形のモデルを図1,2として示す。

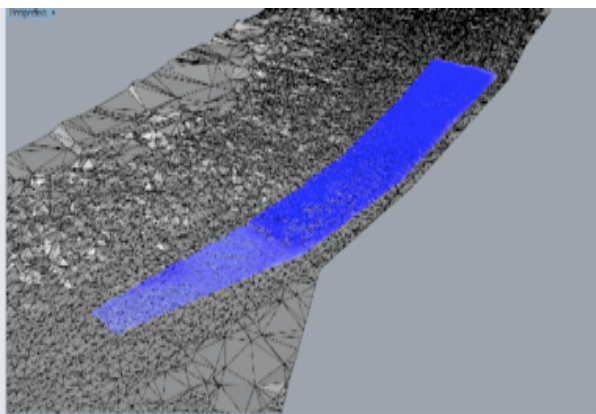


図1 H28年利根川土量掘削モデル

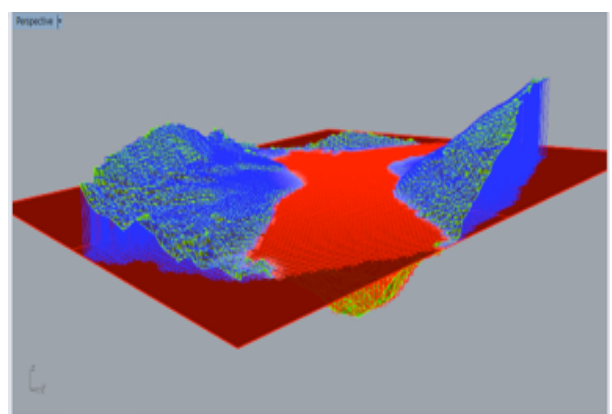


図2 姥沢地形モデル

キーワード 3Dモデリング, メッシュデータ, 土量計算, メッシュサイズ

連絡先 〒371-8530 群馬県前橋市鳥羽町580番地 群馬工業高等専門学校 TEL 027-254-9022

3. 検証結果

得られた結果から平面に近い地形のデータのモデルサイズと真値との差異の関係を図3に示す。また、起伏のある地形データのモデルサイズと真値との差異の関係を図4に示す。図3より利根川の2カ所のデータと粕川のデータ、宇都宮のデータの差異の変動はほぼ同じになっていることがわかる。図4も図3ほどではないが起伏のある姥沢のデータもばらつき始める前までは同じような変動となった。最大モデルサイズを求めるには差異の許容誤差を自ら指定する必要がある。本研究は、経験から掘削土量の許容誤差を $\pm 10(\%)$ とした。そして、許容誤差を超える前のモデルサイズを最大モデルサイズとした。最大モデルサイズの設定には平面に近い地形、起伏のある地形のそれぞれの差異のデータの平均値を用いて求めた。

真値(基準値)との差異が $10(\%)$ 以内という条件から、平面に近い地形ではモデルサイズ $21(\text{m}) \times 21(\text{m})$ が最大モデルサイズとなる。また、起伏のある地形では、 $7(\text{m}) \times 7(\text{m})$ が最適なモデルサイズとなる。しかし、平面に近い地形データの検証ではモデルサイズが $12(\text{m})$ までは差異 $(\%)$ の標準偏差が $\pm 5(\%)$ 程度に収まっていたが、 $12(\text{m})$ よりモデルサイズを大きくすると差異の標準偏差が $\pm 10(\%)$ を超えるものもあった。そこで、差異 $(\%)$ と差異の標準偏差がともに $\pm 10(\%)$ 以内のサイズを最大モデルサイズと考えた。よって、平面に近い地形のモデルサイズは $12(\text{m}) \sim 15(\text{m})$ の範囲に最大モデルサイズがあると考えられる。起伏のある地形の検証では、モデルサイズが $7(\text{m}) \times 7(\text{m})$ までは差異が $1(\%)$ 程度であるため信用性の高い結果が得られたと考えられる。また、標準偏差は $\pm 4(\%)$ 以内に収まった。しかし、モデルサイズが $8(\text{m})$ を超えると差異と差異の標準偏差が2倍近い値になった。このことから起伏のある地形ではモデルサイズ $7(\text{m})$ が限度であると考えられる。よって起伏のある地形では $5(\text{m}) \sim 7(\text{m})$ の範囲に最大モデルサイズがあると考えられる。

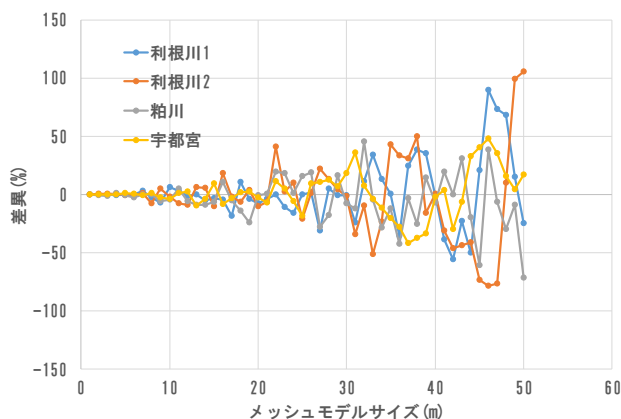


図3 平面に近い地形データの結果

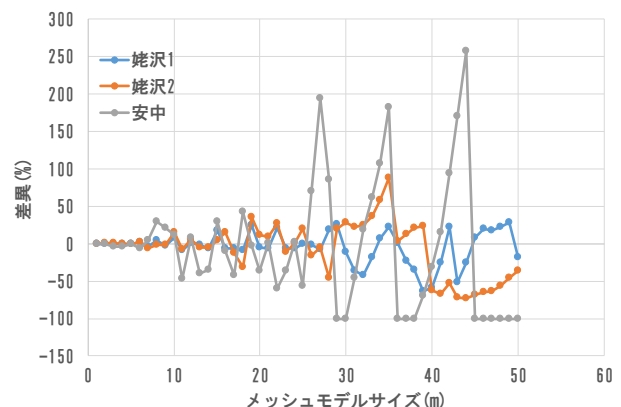


図4 起伏のある地形データの結果

4. まとめ

最大モデルサイズの検証を行った結果、以下の知見を得た。

- (1) 平面に近い地形の最大モデルサイズは $12(\text{m}) \sim 15(\text{m})$ の範囲にある。
- (2) 起伏のある地形の最大モデルサイズは $5(\text{m}) \sim 7(\text{m})$ の範囲にある。
- (3) 起伏のある地形は姥沢と安中のデータでしか検証していないため他のデータでも検証を行う必要がある。
- (4) 本研究で検証した最大モデルサイズが実際に適応できるか調査する必要がある。

参考文献

- 1) Rhinoceros, <http://www.rhino3d.co.jp>
- 2) 3Dモデリングの要素サイズが標高・土量計算に与える影響 第72回年次学術講演会 pp. 1501-1502
- 3) 3Dモデリングの活用による利根川の堆積土砂量の計算 第72回年次学術講演会 pp. 1503-1504