

レーザ計測における目的に応じた最適手法の検討

越美山系砂防事務所

1. はじめに

- 計画・調査・設計・施工など、ありとあらゆる建設生産、維持管理の効率化、高度化を図るため、3次元測量データを活用したBIM/CIMの導入を推進している。
- CIMモデルの作成に必要な3次元測量データを取得するための、様々な測量手法がある。

→CIMモデル作成に必要な3次元測量データを取得するための、最適な測量手法を検討する。

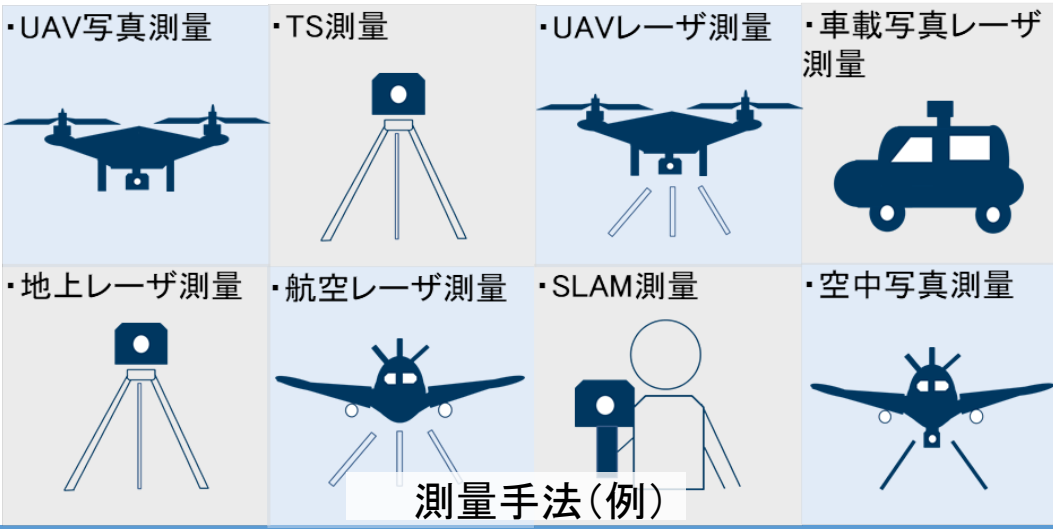
2. 対象とする測量手法の選定

「BIM/CIM活用ガイドライン(案)」では、砂防分野の測量で作成する3次元データとして3段階の測量を設定している。

- ① UAV等を用いた公共測量(砂防土工)、② 砂防施設配置計画用測量、③ 砂防構造物設計用測量

→各段階の必要条件に対し、航空レーザ測量成果は求められる点密度を満たしていることを確認した。

- 広域にデータを取得することが可能な航空レーザ測量成果によるCIMモデルを作成し検証を行った。
- また、詳細設計等においては、既設構造物等のより詳細な地形情報が必要となることから、高密度点群データを取得可能な地上レーザ計測、SLAM計測による測量を実施し、BIM/CIMへの活用性について検証を行った。



【測量成果の適用項目】

BIM/CIM活用ガイドライン(案) 第3編砂防及び地すべり対策編 令和3年3月

①UAV等を用いた公共測量 (砂防土工)

地図情報レベル: 250,500
作成対象: 地表面
LP活用: 点密度4点/m²以上で活用可

②砂防施設配置計画用測量

地図情報レベル: 5000~25000
作成対象: 地表面、周辺地物 LP
活用: 格子間隔5m以内。
(検討対象業務では格子間隔1m
周辺地物の別途作成は不要)

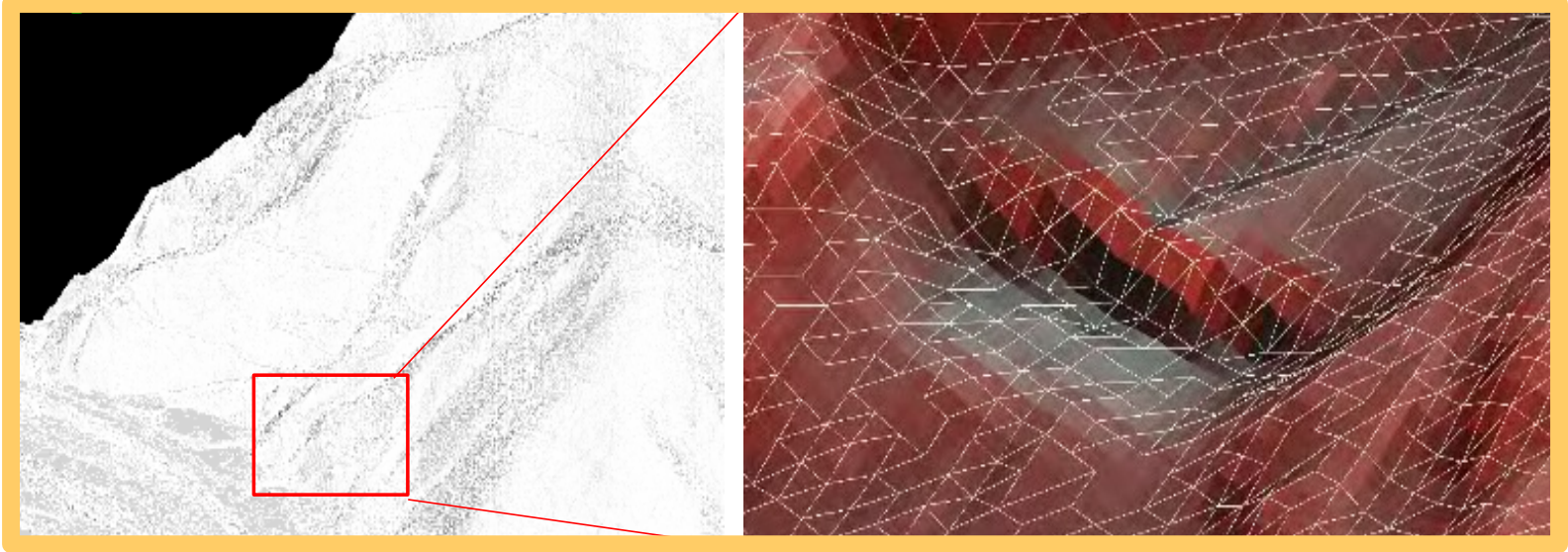
③砂防構造物設計用測量

地図情報レベル: 500~1000
作成対象: 地表面、周辺地物
LP活用: 地表面活用可。周辺
地物がコントロールとして必要
な場合活用可能か検討

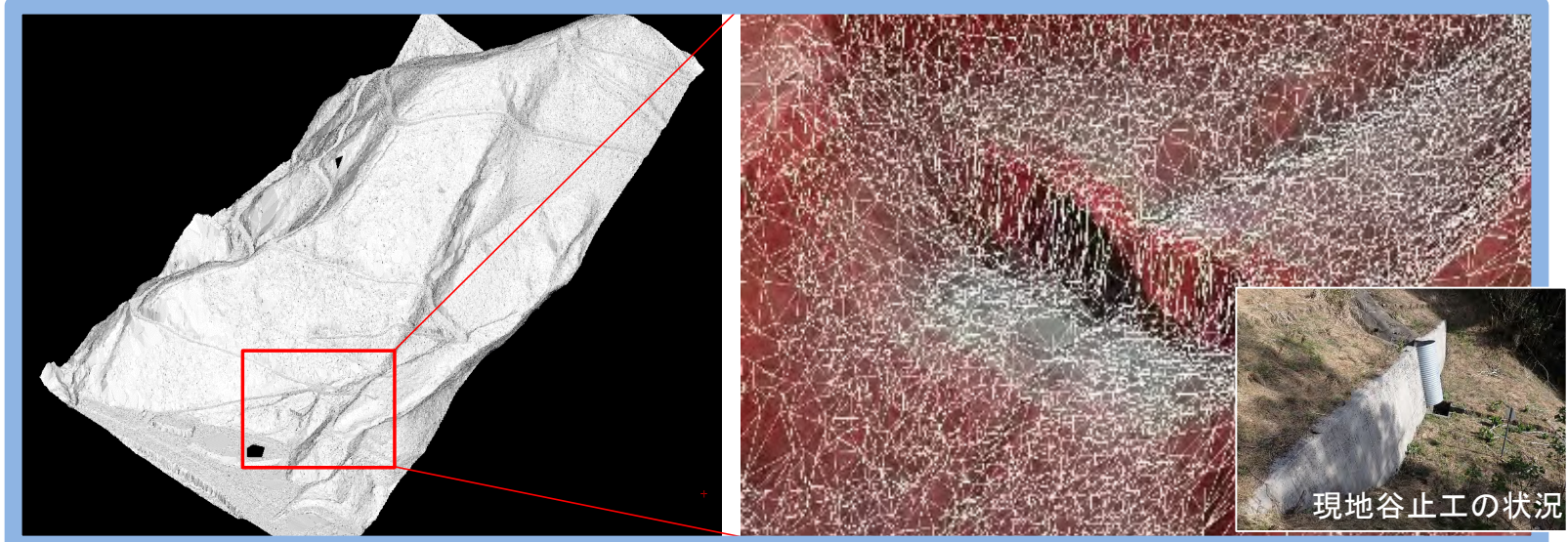
3. 航空レーザ測量成果からのCIMモデル(地形モデル)作成および課題

【地形モデル作成】

航空レーザ測量データよりしたグラウンドデータ(約8点/m²)、DEMデータ(1点/m²)の各データからLandXML形式の地形モデル(CIMモデル)を作成し、CADの操作性を検証するため、総点群データ数が異なる複数の範囲で地形モデルを作成し検証を行った。



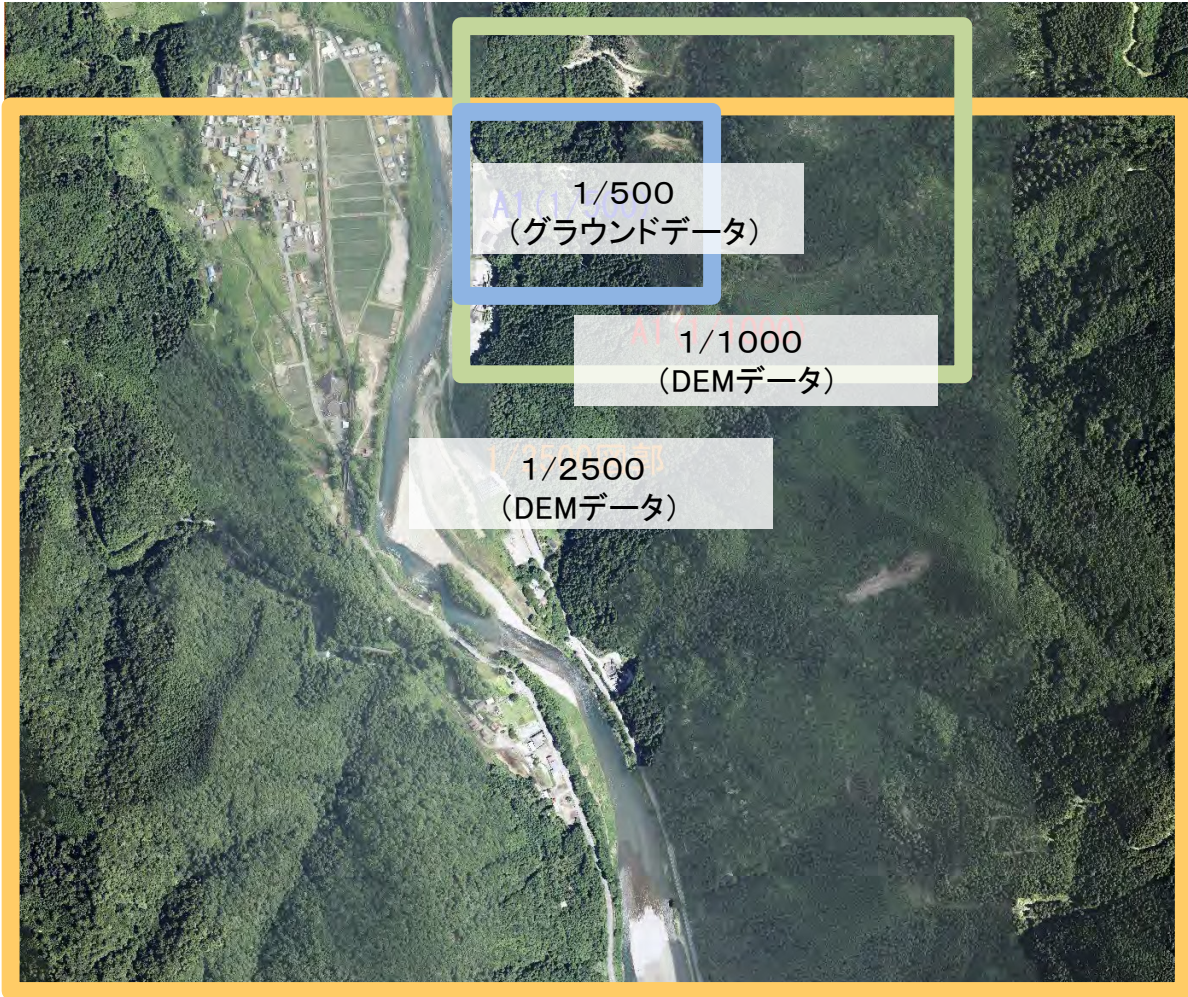
DEMデータから作成したLandXML地形モデル(1/2500)



グラウンドデータから作成したLandXML(1/500)

図郭サイズと点群数の比較

縮尺	データ	サイズ	点群データ数
1/2500	DEM(1m)	2000×1500m	3,000,000点
1/1000	DEM(1m)	841×594m	499,554点
1/500	グラウンドデータ	420×297m	1,037,984点



地形モデル作成範囲

【検討結果】

- 地形形状について十分な再現性を確認。
- ファイルサイズは点群点数に比例し、最大300万点での作成も可能。
- グラウンドデータから作成したモデルでは、DEMから作成したものより詳細に構造物を表現可能。

【課題】

- モデルを広範囲で作成するほどファイルサイズが大きくなり、操作性が悪くなる。
→利用スケールに応じて、範囲を適切に設定する必要がある。
- 既設構造物のエッジ表現が不十分であった。
→設計上、既設構造物等を詳細に表現する必要がある場合は、より高密度な点群データを取得できる測量手法が求められる。

LandXMLの諸元・地形等再現性の比較

縮尺	LandXML ファイルサイズ*	CAD 操作性	地形	構造物
1/2500	416,972KB	△	○	△(大規模な構造物であれば、大まかな形状が再現できる)
1/1000	69,433KB	○	○	○(DEMから作成したものより詳細に再現できるが、エッジは不鮮明)
1/500	144,270KB	○	◎	◎

4. 地上レーザ・SLAM計測成果からのCIMモデル(点群構造物モデル)作成

【構造物モデル作成】

既設構造物のエッジなどが把握できるより詳細なCIMモデル(点群構造物モデル)を作成するため、地上レーザスキャナ計測と、SLAM計測の2種類の手法で取得したデータ特性等を比較した。

【計測方法】

①地上レーザ計測



GNSS測量機によるスタティック法およびトータルステーションにて基準点を設置し、地上レーザスキャナを使用する計測方法。
計測範囲が網羅されるようスキャン範囲や測定密度などの設定を行い観測。

②SLAM計測



自己位置推定と点群データ取得を同時に行う計測方法。
ハンディ型のレーザスキャンを使用し、GPSの測位や方位センサーを使うことなく地形や構造物形状の3Dスキャンを実施。

【点群構造物モデル】



地上レーザ計測点群構造物モデル



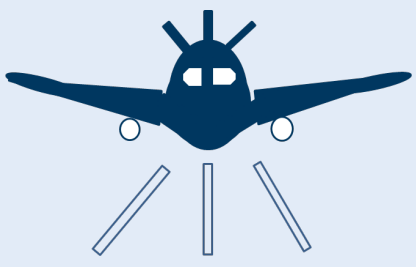
SLAM計測点群構造物モデル

地上レーザ計測とSLAM計測の特徴

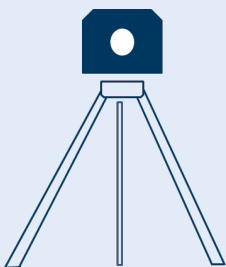
項目	地上レーザ計測	SLAM計測
点群密度	計測する基準点数によるが、十分な点群密度を取得できる (今回取得点数: 約157,972,000点) ◎	計測に時間をかければ、十分な点群密度を取得できる (今回取得点数: 約88,635,000点) ◎
点群精度	基準点測量により座標を取得しているため、点群1点1点が平面直角座標系の座標で管理され、SLAM計測と比較して位置精度が高い (今回基準点: スタティック法) ◎	標識等で既知点を明らかにしたうえで取得した任意座標に、平面直角座標に関連付けるため、航空レーザ・地上レーザ計測より絶対位置精度が劣る (今回基準点: 地上レーザ計測基準点に対空標識設置) ○
作業時間	対象構造物が複雑な場合や、植生でレーザ到達範囲が限られる場合は、基準点を増やす必要があり、時間を要する (今回作業時間: 基準点含め11時間) △	計測作業者が、徒歩で移動しながら計測するのみなので、作業時間が短い (今回作業時間: 標識含め1.5時間) ◎
死角	設置点が固定されるため、計測対象とする構造物との間に植生や他の構造物がある場合、レーザが到達せず死角が発生しやすい △	計測作業者が、計測対象範囲内を計測漏れがないように徒歩で移動しながら計測するため、死角が発生しにくい ◎
その他	機材重量があるため、急峻な場所や遠隔地への運搬が支障となる場合がある。基準点を設定する場合、設置場所が限定される △	機材が軽量で、ハンディ型であるため、遠隔地、急峻な地形での計測も対応が容易である ○

5. 検討結果

【航空レーザ測量】



【地上レーザ計測】



【SLAM計測】



各測量手法の特徴

○広範囲の地表面表示が可能。
●構造物のエッジ表現などの詳細な再現は難しい。
●操作性の確保のためには、設計範囲を適切に設定する必要がある。

○航空レーザ測量より高密度な点群データを取得し、精度の高いモデルを作成できる。
○SLAM計測より精度の高い点群データを取得できる
●SLAM計測より計測に時間を要する。

○航空レーザ測量より高密度な点群データを取得し、精度の高いモデルを作成できる。
○地上レーザ計測より作業効率が良い。
●地上レーザ計測より点群精度は劣る。

各測量手法の適した使用場所

○広域な地形データを取得する場合や人が入っていくことができない地形での活用が効果的である。

○樹木や構造物などの死角を生じさせるものが少ない堰堤工や斜面对策工等での活用が効果的である。

○形状が複雑な構造物や渓流保全工等の死角が生じやすい連続した構造物への活用が効果的である。

地表面

広範囲の点群データを短時間で取得できる**航空レーザ測量**が適している

既設構造物

高密度な点群データを取得できる**地上レーザ計測・SLAM計測**が適している。



○対象物の規模、形状の特性、周辺地形、植生状況、要求精度等により適切な測量手法を選択することで、より効率的に効果的なデータを取得可能となる。

○調査・設計から施工・維持管理まで統一的に活用できる測量手法を検討していく必要がある。