令和 3 年度　3 次元地理空間情報を取得するための測量方法に関する調査検討

実施期間	令和 3 年度	
企画部技術管理課	須賀　正樹	前田　比呂明
	岩田　和美	三和　功喜
	大橋　和幸	
企画部	大坂　和博	

1. はじめに

国土交通省で推進している取組である i-Construction では，測量・設計・施工・維持管理の建設生産プロセス全体で生産性向上を図ることを目指している．国土地理院では，3 次元地理空間情報を建設生産プロセスで活用する仕組みを整えるため，測量段階で取得した 3 次元地理空間情報を設計段階でも活用できるよう，測量方法に関するマニュアル案の検討を進めている．

本年度は，令和 2 年度に作成した「3 次元測量作業マニュアル素案」（以下「マニュアル素案」という.）を基に，関東地方整備局宇都宮国道事務所と連携して 3 次元点群データを用いて 3 次元図化データ取得実証を実施した．また，設計段階以降における 3 次元測量データの利活用に取り組んでいる地方整備局の事務所 4 か所にアンケートやヒアリングを含めた調査を行うことで，マニュアル素案の課題を洗い出し，改善策の検討を行った．改善策はマニュアル素案に反映し，「i-Construction 推進のための 3 次元数値地形図データ作成マニュアル」（以下「マニュアル」という.）としてとりまとめた．なお，本事業には官民研究開発投資拡大プログラム（PRISM）予算を活用した．

2. マニュアル素案の改善に係る調査

2.1 3 次元図化データ取得実証

2.1.1 使用データ，実証地域

国道 4 号線「矢板大田原バイパス」建設工事予定現場（栃木県矢板市及び大田原市）において，宇都宮国道事務所により測量段階で取得した UAV レーザ測量による 3 次元点群データ（200 点/m^2）について，同事務所から貸与を受けて使用した．実証範囲は図-1 の赤枠で囲った領域（0.576km^2）である．

図-1　3 次元図化データ取得実証地域（栃木県矢板市及び大田原市）

2.1.2 実施概要

マニュアル素案に基づき，3 次元点群データから点群図化により 3 次元図化データを取得した．また，UAV レーザ測量と同時に撮影した空中写真及び点群データの遮蔽領域や，判読できない地形及び地物については，補備測量として地上レーザスキャナによる点群データの取得及び 3 次元図化を行った．

取得した 3 次元図化データに対し精度検証を行ったところ，「作業規程の準則」第 106 条の地図情報レベル 1000 の基準である，水平位置の標準偏差 0.70m 以内，標高の標準偏差 0.33m 以内の制限値内に収まり，良好な結果となった．取得した成果の表示例は図-2 のとおりである．

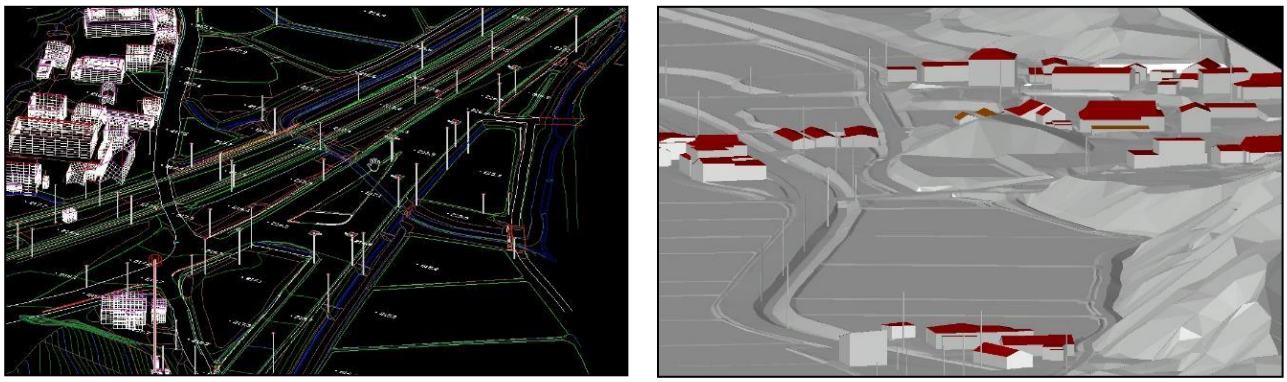

図-2　3 次元図化データ取得実証成果表示例

2.1.3 実施結果

マニュアル素案では「作業規程の準則」の「公共測量標準図式」を抽出する形で取得基準を作成しているが，取得する地物のうち小物体や被覆などの構造物については，基となる 3 次元点群データの点群密度や位置精度によって図化が困難となるケースが想定された．このため，点群のオリジナルデータの密度及び要求精度について，「UAV 搭載型レーザスキャナを用いた公共測量マニュアル（案）」

の基準を引用する形でマニュアルに規定することとした．

また，グラウンドデータを使用すると地物の際の部分がフィルタリングされていることがあり，図化の際に支障を来す．そのため，図化の際にはオリジナルデータを使用するようマニュアルに規定することとした．

2.2 設計側のニーズに関する調査

2.2.1 事前調査

国土交通省大臣官房技術調査課（以下「技術調査課」という.）から「令和 2 年度 BIM/CIM 業務フォローアップ調査票」の貸与を受け，設計側における 3 次元測量成果の活用実態についての概要を把握するとともに，必要とされる 3 次元測量成果について調査を行う事務所（紀南河川国道事務所，山陰西部国道事務所，常総国道事務所，甲府河川国道事務所）を選定した．これら 4 事務所に，国土地理院のアンケート及び協力依頼の文書を技術調査課より送付した．全ての事務所から回答が得られ，結果についての分析を行った．

2.2.2 事務所ヒアリング調査

2.2.1 で分析した結果を基に，4 事務所に対して Web 会議システムを用いてヒアリング調査を行った．

設計側の問題意識として，測量成果がどの程度の精度を持つのか，またその測量成果を活用することでどのような設計側のニーズに対応できるのかが不明確であり，測量成果の作成時にそうしたことを明確化することが必要であると示唆された．このため，測量段階の業務の発注時に，測量成果の使用目的を明確化し，製品仕様書を作成するようマニュアルに規定することとした．

また，点群データなど大容量データ処理のためのソフトウェア・パソコンの仕様及びデータ処理方法の明確化，設計・施工の基準に関する知識を持つ測量人材育成の必要性の指摘もあった．

2.3 標準化することが望ましい事項についての分析・整理

2.2.2 までの結果を基に，マニュアルで標準化することが望ましい事項について分析･整理を行った．i-Construction の推進のためにこれまで作成された 3 次元数値地形図データは，その用途及び取得すべき地物が道路や河川など工事の分野で異なっているため，今回のマニュアルにおいては分野ごとのユースケース別基準として示すこととした．また，設計段階以降の規程類を整備している技術調査課からは，基準点成果の設計段階への引継方法について規定されたいとの要望があった．

これらを踏まえて，基準点成果の設計段階への引継方法，点群からの 3 次元図化の方法，建物等の 3 次元形状に関する図化の取得基準，3 次元数値地形図データの設計段階での活用例及びユースケース別基準，品質要求・品質検査方法，ファイル形式についてマニュアルに規定することとした．

3. マニュアルのとりまとめ

3.1 用語の整理

BIM/CIM 関係の最新の規程類を参照し，設計・施工段階で専門的に使用される用語とともに，「作業規程の準則」など測量分野で使われる用語と意味又は表現が異なる用語について改めて整理を行い，注意が必要な用語についてマニュアル上にまとめた．例えば，測量分野における「地形モデル」は，設計・施工段階では「（地形）サーフェス」と呼ばれる．一般的にサーフェスは形状を 3 次元で表現するためのモデリング手法の 1 つであるが，単に「サーフェス」と表現するだけで地形モデルのことを

指すことがあるため，その旨マニュアルに記載した．

3.2 マニュアルの概要

2.1 の結果を踏まえマニュアル素案の取得基準において不明瞭であった点を明確化するとともに，2.1～2.3 の結果を踏まえ，必要な規定を追記した．作成したマニュアルにおける標準的な作業工程は図-3 のとおりである．UAV などによる写真測量とともに，UAV レーザによる点群から 3 次元数値図化を行う手法について規定した．また，数値地形図データから TIN による地形モデルへの変換方法を規定するとともに，設計段階との交換フォーマットとして J-LandXML 形式を規定した．さらに，3 次元図化データの納品ファイル形式として，3 次元の CAD 形式データを規定した．

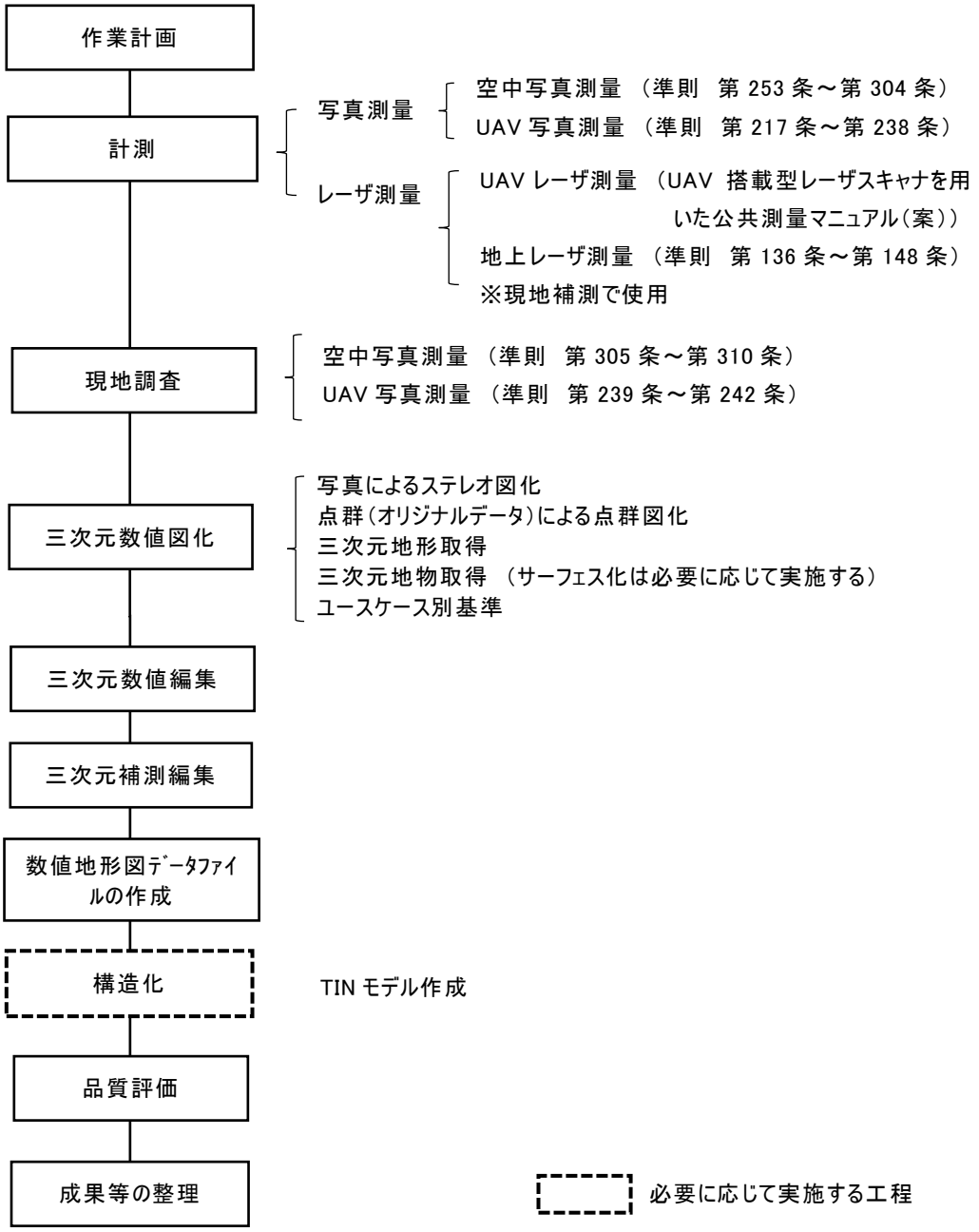

図-3 マニュアルで示した標準的な作業工程

4. まとめと今後の課題

本マニュアルは令和 4 年 4 月末に公開されており，技術調査課の通知「i-Construction における「ICT の全面的な活用」について」の別紙-2「3 次元ベクトルデータ作成業務実施要領」の適用図書となっている．測量段階における 3 次元数値地形図データ作成が BIM/CIM 活用業務として明確に位置付けられることで，建設生産プロセスの効率化が期待される．建設生産プロセスの中での 3 次元数値地形図の取得事例は未だ少ないものの，本マニュアルを「作業規程の準則」第 17 条第 3 項として位置付けており，今後「作業規程の準則」本体への反映について本マニュアルの活用状況を踏まえ検討を行う予定である．

新型コロナウイルスの感染拡大及びそれに伴う緊急事態宣言等の発令に伴い，現地を訪問してのヒアリング調査ができず，Web 会議システムを用いてヒアリング調査を行ったため，実際の現場を視察した上での視点は反映できなかった．また，3 次元数値地形図データは地形に起伏のある箇所で必要となるものであり，さらに国直轄の事業において設計段階以降で BIM/CIM モデルの活用がちょうど開始されたところである．そのため，活用事例がまだ限定的であることから道路・河川など工事の分野ごとのユースケース調査は十分に深掘りできなかった．今後，設計段階以降における BIM/CIM 成果の利活用状況を継続して調査しながら，本マニュアルのユースケース別基準の充実を図る必要がある．

マニュアルを端緒として，設計・施工段階以降の基準に通じた測量技術者の育成を図っていくとともに，測量技術者が設計・施工段階の技術者と協働する機会を増やすなどの意思疎通を図っていく必要がある．

参考文献

国土交通省国土技術政策総合研究所（2021）：LandXML1.2 に準じた 3 次元設計データ交換標準（案）Ver.1.4（略称：J-LandXML）．

須賀正樹，前田比呂明，宮本純一，大橋和幸，伊藤純一（2021）：令和 2 年度 3 次元地理空間情報を取得するための測量方法に関する調査検討，令和 2 年度調査研究年報，6-9.