地上レーザ測量システムを用いた三次元点群合成マニュアル

令和８年３月

国土交通省国土地理院

目次

序 1
1. はじめに 1
2. 本マニュアルの概要 3
3. 本マニュアルの構成 3
①総則【第１章】 4
②成果品の要求仕様の策定【第２章】 4
③作業仕様の策定【第３章】 4
④オリジナルデータの作成【第４章】 4
⑤その他の成果データの作成【第５章】 5
⑥成果の取りまとめ【第６章】 6
第１章　総　則 7
第１節　要　旨 7
第２節　作業計画 11
第２章【測量計画機関向け】成果品の要求仕様の策定 13
第３章【測量作業機関向け】作業仕様の策定 17
第４章【測量作業機関向け】オリジナルデータの作成 21
第１節　要　旨 21
第２節　標定点及び検証点の設置 21
第３節　地上レーザ計測 25
第４節　オリジナルデータの点検測量 30
第５章【測量作業機関向け】その他の成果データの作成 33
第６章【測量作業機関向け】成果の取りまとめ 35
第１節　成果データファイルの作成 35
第２節　品質評価 35
第３節　成果等の整理 35
様式集 36

序

1. はじめに

地上レーザスキャナ（TLS; Terrestrial Laser Scanner）は、特定の位置に機器を据え付けて固定し、レーザ光を前方に照射し断面を観測すると同時に、機器本体を回転させることにより周囲に存在する地形、地物までの方向と距離を面的に観測し、三次元の点群として表現する。このように地上レーザスキャナは、照射した地形、地物の三次元の形状を把握することができることから、地形図作成、砂防や建設分野での斜面崩壊地や工事現場等の形状、それらの場所の時系列的観測による差分で土砂量を把握すること等に活用されている。

国土地理院は、地上レーザスキャナを公共測量で幅広く使用できるように、平成２９年３月に「地上レーザスキャナを用いた公共測量マニュアル（案）」を策定した。その後、公共測量の標準的な作業方法等を定める作業規程の準則（以下「準則」という。）において令和２年３月より「地上レーザ測量」の項目が明記された。

準則（令和５年３月一部改正）に規定される「地上レーザ測量」では図１に示すように、１回ごとの地上レーザスキャナによる計測において標定点の設置及び位置の計測を行い、それらの座標値を用いて平面直角座標系に変換することによってオリジナルデータを作成する。そのため、図３（A）に示すように地上レーザスキャナによる計測を行うすべての箇所で、標定点の設置作業及び位置の計測作業が必要となる。

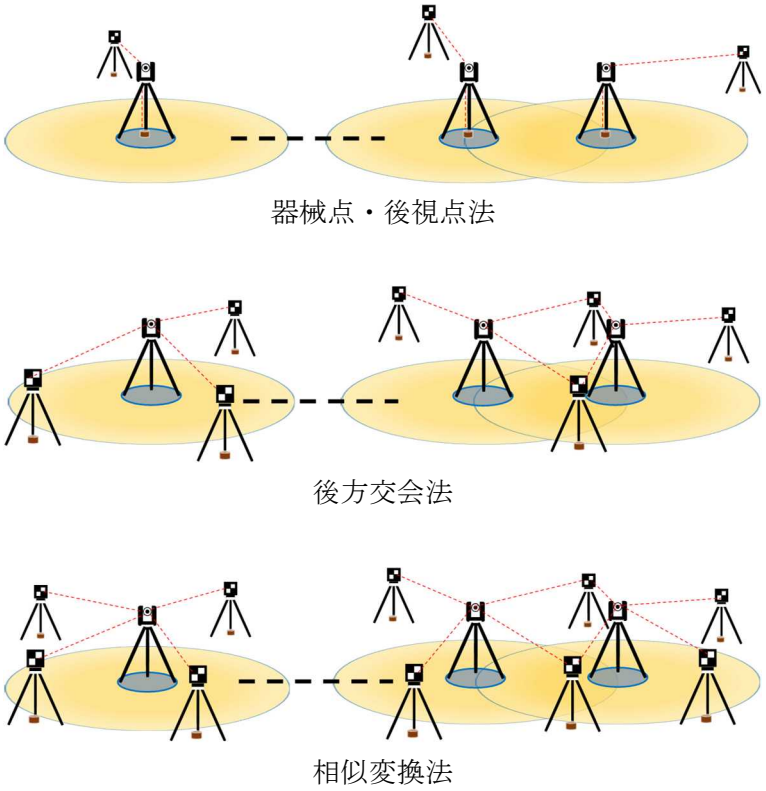


図１　準則に準拠した方法による地上レーザ測量のイメージ

これに対し、本マニュアルでは、図２に示すように計測範囲全体を計測した個別の点群データを合成処理することを「点群合成」と呼び、合成後の点群データに対して、図３（B）に示すように計測範囲全体の外側に数か所に設置した標定点の座標に基づいて平面直角座標系及び標高に変

換（以下「座標変換」という。）することで三次元点群データを得る方法を示している。これにより多数の標定点を設置する必要がなく、効率的な点群データの取得が可能になる。

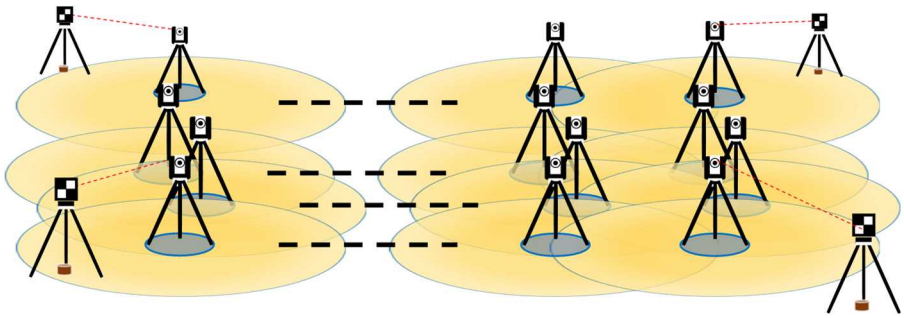
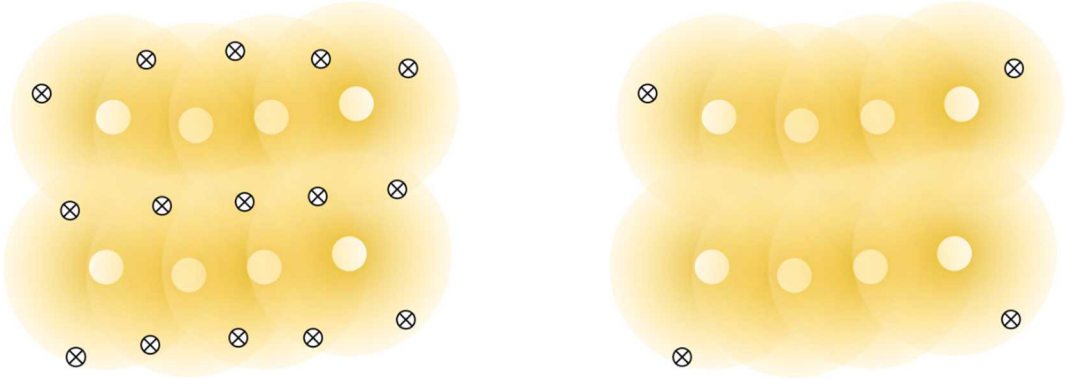


図 2　点群合成による地上レーザ測量のイメージ

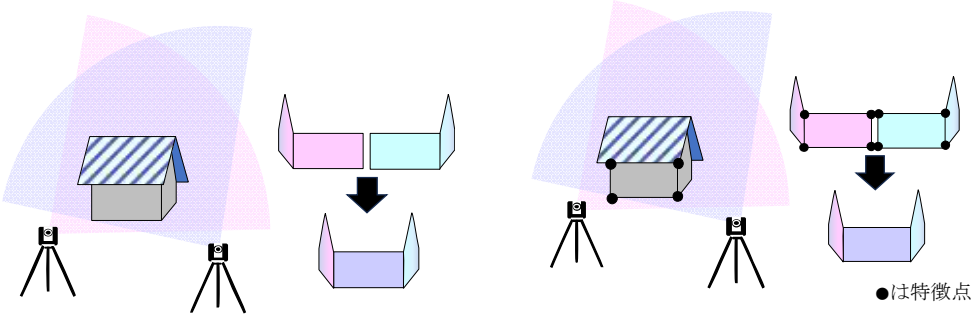


（A）準則に準拠した相似変換法の場合　　（B）点群合成の上、座標変換を行う場合

図 3　標定点の設置例

地上レーザスキャナから得られた点群データの合成方法は、主なものとして自動合成、手動合成に大別できる。点群合成の具体的な工程は、使用する地上レーザスキャナや処理ソフトウェアに依存する部分が大きく、多様であるという特徴がある。

図 4（A）に示す自動合成は、点群データ間の類似性をソフトウェアによる計算処理により求め、合成を行う方法である。これに対し図 4（B）に示す手動合成は、点群データで同一箇所と特定できる地点（特徴点）を作業者が指定することで合成を行う方法である。



（A）自動合成　　（B）手動合成

図 4　点群合成の方法

本マニュアルにより三次元点群データを作成する場合の特徴として、準則に規定する地上レーザ測量の作業と比べて座標変換に使用する標定点の設置箇所数が大幅に少なくて済むことがあげられる。このため、三次元点群データ作成作業の効率化が期待できる。なお、業務の目的や現地条件等に応じて、本マニュアルの手法と準則に基づく方法を適切に組み合わせて適用することも可能である。また、地上レーザスキャナや点群処理ソフトウェアは各社から多様な機種・製品が提供されていることから、それぞれの特性を踏まえ、適切な機器及びソフトウェアを組み合わせて使用することができる。

2. 本マニュアルの概要

本マニュアルは、準則第１７条第３項の規程に基づいて国土地理院が整備した新たな測量技術に関するマニュアルである。

本マニュアルは、地上レーザスキャナを用いて計測範囲全体を計測した個別の点群データを合成処理することで得られる全体の点群データを、計測範囲全体の外側数か所に設置した標定点の座標に基づいて平面直角座標系に変換することで三次元点群データを得る方法を規定するものである。そのため、個別の計測箇所のすべてで標定点による標定を行う方法（器械点・後視点による方法、後方交会による方法又は相似変換による方法）により得られるオリジナルデータの合成は、準則の規定に基づき実施可能であることから、本マニュアルでは対象外としている。

3. 本マニュアルの構成

本マニュアルは以下の構成となっている。

①総則【第１章】
②成果品の要求仕様の策定【第２章】
③作業仕様の策定【第３章】
④オリジナルデータの作成【第４章】
⑤その他の成果データの作成【第５章】
⑥成果等の取りまとめ【第６章】

これらのうち、②から⑤の具体的な測量作業の各工程を図５に示す。

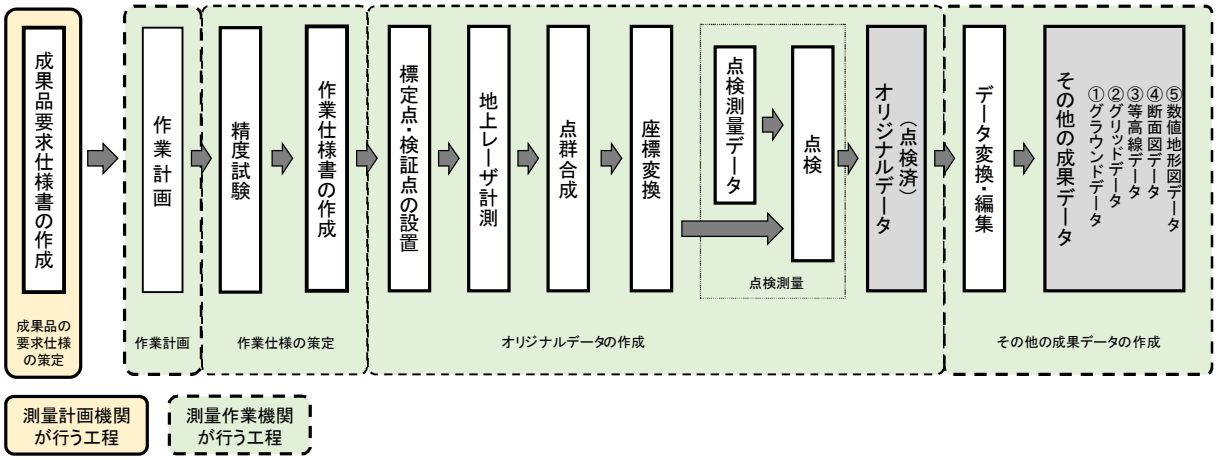


図５　全体工程

①総則【第１章】

地上レーザスキャナ及び処理ソフトウェア（以下「地上レーザ測量システム」という。）を用いた測量に当たって、用語の定義、測量計画機関（以下「計画機関」という。）及び測量作業機関（以下「作業機関」という。）の視点から、それぞれが行うべき事項についての指針を示す。

②成果品の要求仕様の策定【第２章】

地上レーザ測量システムを用いた測量により作成する成果品の内容や品質を明らかにするために、当該測量業務の実施に当たって計画機関が行う作業である。どのような成果品を作業機関が作成するか、利用目的などを踏まえて具体的に示すものであり、測量の重複や手戻りなどを防ぎ、効率的かつ確実に作業を進めるために重要な作業である。

この作業では、計画機関が以下の事項について決定し、成果品要求仕様書に取りまとめることを標準とする。

1）成果品の品目
2）成果品の要求点密度
3）成果品の要求精度
4）グラウンドデータを作成する場合のフィルタリング項目
5）数値地形図データを作成する場合の地図情報レベルと数値図化対象地物

なお、計画機関において要求仕様を具体化することが難しい場合には、測量成果の利用目的や利用方法などを示し、作業機関と協議して要求仕様を定めることもできる。

③作業仕様の策定【第３章】

計画機関が作成する成果品要求仕様書を基に、要求仕様を満たす成果品を作成する作業方法などを作業機関が検討し、具体的な作業方法などを定めた作業仕様を作成する作業である。

要求仕様を満たす成果品を作成する際に、作業機関は以下の事項について決定し、成果品作業仕様書に取りまとめることを標準とする。

1）成果品作成の全体作業工程
2）使用する機器
3）計測諸元
4）標定点及び検証点に関する事項
5）点検測量の方法

作業機関は作成した成果品作業仕様書を計画機関に示し、作業開始前に計画機関の了承を得る。

なお、計画機関は公共測量の実施計画書を提出する際に、成果品要求仕様書と成果品作業仕様書を合わせて添付し、国土地理院の長より具体的な技術的助言を受ける必要がある。

④オリジナルデータの作成【第４章】

地上レーザ測量システムを用いた測量では、オリジナルデータを基に、その他の成果データ（グラウンドデータ、グリッドデータ、等高線データ、断面図データ及び数値地形図データ等）を作成することが可能であるが、どの種類の成果品が必要であるかは、目的などによっても異なる。本マニュアルでは、必ず作成するオリジナルデータを基礎的な測量成果と位置づけるとともに、そのオリジナルデータからその他の成果データを編集・作成する標準的な手順を示している。

本マニュアルでは、図６に示すとおり、地上レーザスキャナを用いて計測した点群データを合成することにより、オリジナルデータを作成する方法について第４章第２節及び第３節で規定するとともに、一定の品質を有していることを確認するための点検測量を第４節で具体的に規定している。

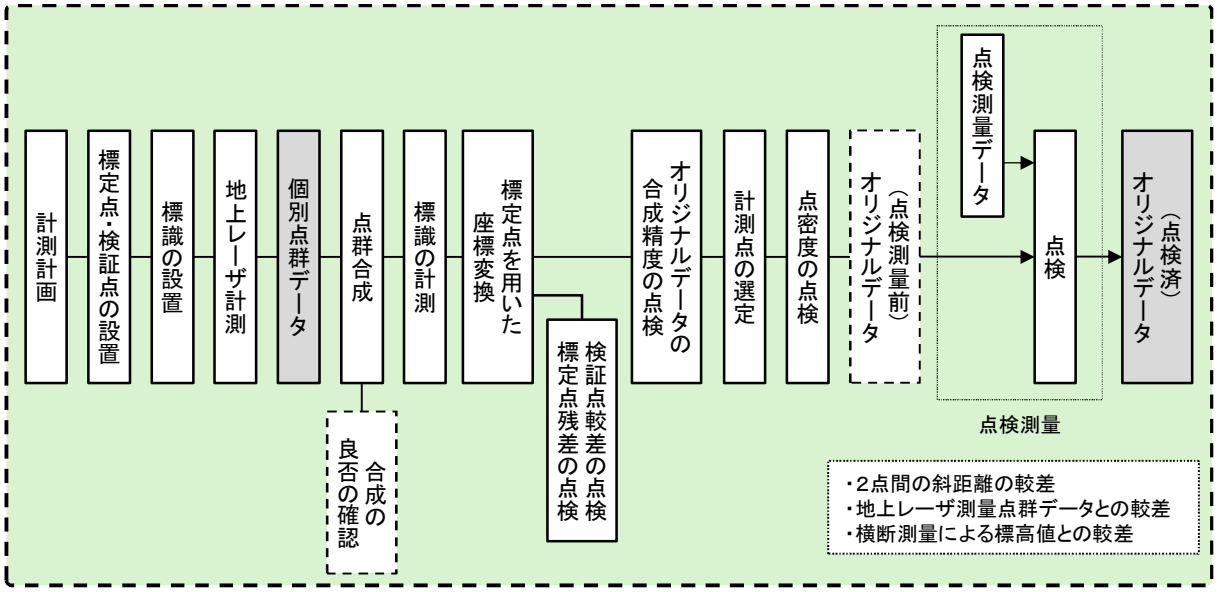


図６　オリジナルデータの作成の工程

オリジナルデータの作成において、精度に大きく影響を及ぼす工程では、適切な点検を行い、精度管理表等を作成し、管理することを定めている。一方、計測、標定、点群合成、座標変換における具体的な作業方法は、使用する地上レーザ測量システムに適合する方法であれば作業機関の裁量により、ある程度自由に決定できる。

計測した点群データはソフトウェア等を用いて合成処理を行い、合成した点群データを作成する。その後、標定点を用いて平面直角座標系に変換するが、その際に標定点の残差及び検証点の較差を点検することで合成及び座標変換が適切に実施できたかを評価する。

オリジナルデータの点検は、オリジナルデータと、点検測量で得られるデータとの較差を求め、要求精度を満たしているかを確認する。点検測量は、次の三つの方法が利用可能である。

(1) オリジナルデータ上で明瞭に特定できる地物又は標識等の間の斜距離と現地の斜距離の較差を点検する方法
(2) オリジナルデータと別途地上レーザ測量システムを用いて取得した点群データとの較差を点検する方法
(3) オリジナルデータと別途実施する横断測量結果との較差を点検する方法

⑤その他の成果データの作成【第５章】

点検測量において点検済みのオリジナルデータを編集して、その他の成果データを作成する作業である。この作業は、計画機関の要求仕様に基づいて必要に応じた成果を作成するものであり、合成した点群データを用いた数値地形図データの作成もこの工程で行う。

⑥成果の取りまとめ【第６章】

作成及び点検を行ったオリジナルデータ等から成果データファイルを作成するとともに、品質評価、メタデータの作成を行い、納品用の成果の取りまとめを行う。

第１章　総　則

第１節　要　旨

（目　的）

第１条　本マニュアルは、地上レーザ測量システムを用いて、計測した点群データを合成することによる三次元点群データの作成について、その標準的な作業方法を定めることにより、円滑な測量作業の実施及び必要な精度の確保に資することを目的とする。

【解説】

本マニュアルは、作業規程の準則に基づかない特例的な作業方法を公共測量で行う際に使用することを想定したものである。本マニュアルに基づいて公共測量を行う際には、作業機関は使用する地上レーザ測量システムが、本マニュアルが求める一定の性能を有していることがメーカー等によって確認されていることを計画機関に対して示し、計画機関は本マニュアルに示された作業方法等を用いて公共測量を行って良いかどうかを判断することが必要となる。なお、本マニュアルで規定されている作業方法等については、標準的なものを示したものである。本マニュアルで規定されている作業方法、作業手順と大きく異なる場合には、準則第１７条第２項に基づき、検証結果を付して、あらかじめ国土地理院の長の意見を求める必要がある。

（用　語）

第２条　本マニュアルにおける用語は、次の各号に定めるとおりとする。

一　「要求仕様」とは、計画機関が成果品の利用目的を踏まえて定める、成果品の品目、要求点密度、要求精度等の仕様をいう。

二　「作業仕様」とは、作業機関が要求仕様を満たす成果品を作成するために定める、使用機器、計測諸元、精度管理、点検方法等の仕様をいう。

三　「三次元点群測量」とは、三次元点群データ等を作成する作業をいい、三次元点群データを用いた数値地形図データを作成する作業を含む。

四　「三次元点群データ」とは、地形、地物等を表す三次元座標を持つ多数の点データ及びその内容を表す属性データを、計算処理が可能な形態で表現したものをいう。

五　「地上レーザ測量システム」とは、本マニュアルによる三次元点群測量に使用する機器及びソフトウェアで、第２５条に定めるものをいう。

六　「点群合成」とは、地上レーザ測量システムを用いて、複数の箇所で計測した点群データを合成する作業をいう。

七　「計測点」とは、地上レーザスキャナによりレーザ光を照射した地点をいう。

八　「標定点」とは、取得した点群データを平面直角座標系に変換するために必要な水平位置及び標高の基準となる点をいう。

九　「検証点」とは、平面直角座標系に変換した点群データの精度を評価するために必要な点をいう。

十　「オリジナルデータ」とは、取得したデータを処理して作成する三次元点群データであり、地表面だけでなく建物や樹木の高さを含むオリジナルの計測データをいう。

十一　「フィルタリング」とは、オリジナルデータから、建物・構造物、樹木・植生等、地表面以外のデータを除去する作業をいう。

十二　「グラウンドデータ」とは、オリジナルデータからフィルタリング処理を行うことで作成される地表面の三次元点群データをいう。

十三　「グリッドデータ」とは、グラウンドデータから内挿補間により作成される格子状の標高データをいう。

十四　「等高線データ」とは、グラウンドデータ等を用いて作成するデータで、同じ高さの地点を線でつないで表現したものをいう。

十五　「断面図データ」とは、グラウンドデータ等を用いて作成するデータで、任意の位置の断面を示すものをいう。

十六　「数値地形図データ」とは、オリジナルデータ等を数値図化機により数値図化し、現地調査、数値編集、補測編集等を加えて作成するデータであって、地形、地物等の位置、形状を表す座標データ及びその内容を表す属性データ等を、計算処理が可能な形態で表現したものをいう。ただし、等高線のみを表現したデータはこれにあたらない。

十七　「その他の成果データ」とは、オリジナルデータから作成されるグラウンドデータ、グリッドデータ、等高線データ、断面図データ及び数値地形図データの総称をいう。

【解説】

本マニュアルでは、地上レーザ測量システムを用いた測量を行うに当たって、成果品の要求仕様を原則として計画機関が定め、これを踏まえた作業仕様は作業機関が定めることとした。それぞれの具体的な内容は、要求仕様を第２章、作業仕様を第３章で示す。

オリジナルデータは、位置と高さを持つ点群であり、本マニュアルで標準的な測量成果と位置付けている。オリジナルデータの作成に関わる項目は、第４章で示す。

その他の成果データは、オリジナルデータを編集して作成するデータであり、要求仕様に応じて必要なデータのみを作成する。その他の成果データの作成に関わる項目は、第５章で示す。各工程で作成されたデータは特徴が大きく異なることから、各データの作成や利用に当たっては、具体的にどのデータを指しているのか明確にすることが必要である。

（全体工程）

第３条　全体工程は、次の各号を標準とする。ただし、第一号で策定する要求仕様の内容を踏まえ、第五号の工程については必要となる作業のみを行うものとする。

一　成果品の要求仕様の策定

二　作業計画

三　作業仕様の策定

四　オリジナルデータの作成

五　その他の成果データの作成

六　成果の取りまとめ

（測量計画機関による成果品の要求仕様の策定）

第４条　計画機関は、測量を行う目的、実施地域、作業量、期間等を踏まえ、得られる成果品の内容、精度等を記載した成果品要求仕様書を作成しなければならない。

２　計画機関は、当該作業地域で利用できる測量成果、測量記録及びその他必要な資料を調査し、活用を図ることにより、測量の重複を避けるよう努めなければならない。

【解説】

本条に関連する具体的な事項は、「第２章　成果品の要求仕様の策定」に定める。

（測量作業機関による作業仕様の策定）

第５条　作業機関は、前条第１項の規定により作成された成果品要求仕様書の仕様を満たす測量作業の方法を計画し、成果品作業仕様書を作成しなければならない。

２　作業機関は、作業着手前に作成した成果品作業仕様書を計画機関へ提出し、承認を得なければならない。成果品作業仕様書の内容を変更しようとするときも同様とする。

【解説】

本条に関連する具体的な事項は、「第３章　作業仕様の策定」に定める。

（オリジナルデータの作成及び点検）

第６条　作業機関は、前条の規定により計画機関が承認した成果品作業仕様書の内容を踏まえ、オリジナルデータを作成する。

２　作業機関は、作成したオリジナルデータについて、要求仕様を満たしているかを確認するため、点検及び点検測量を行わなければならない。

３　作業機関は、前項により点検されたオリジナルデータを測量成果として整理し、その他の成果品等と合わせ、作業終了後には計画機関に提出しなければならない。

【解説】

本条に関連する具体的な事項は、「第４章　オリジナルデータの作成」に定める。

（その他の成果データの作成）

第７条　作業機関は、前条により作成されたオリジナルデータを用いて、第４条で計画機関が作成した成果品要求仕様書の内容を踏まえ、必要となるその他の成果データを作成する。

【解説】

本条に関連する具体的な事項は、「第５章　その他の成果データの作成」に定める。

（測量の基準）

第８条　位置及び高さは、特別の事情がある場合を除き、平面直角座標系（平成１４年国土交通省告示第９号）に規定する世界測地系に従う直角座標及び測量法施行令（昭和２４年政令第３２２号）第２条第２項に規定する日本水準原点を基準とする高さ（以下「標高」という。）により表示する。

２　取得する座標値の位は、次の各号のとおりとする。

一　三次元点群データの位置及び標高は、０．００１メートル位とすることを標準とする。

二　数値図化における地上座標値は、０．０１メートル位とする。

（測量法及び関連法令等の遵守等）

第９条　計画機関、作業機関及び作業に従事する者（以下「作業者」という。）は、作業の実施に当たり、測量法（昭和２４年法律第１８８号。以下「法」という。）を遵守しなければならない。

２　計画機関、作業機関及び作業者は、作業の実施に当たり、財産権、労働、安全、交通、土地利用規制、環境保全、個人情報の保護等に関する法令を遵守し、かつ、これらに関する社会的慣行を尊重しなければならない。

（測量法に基づく手続）

第１０条　計画機関は、法第３９条において読み替えて準用する法第１４条第１項、同条第２項（実施の公示）、法第２１条（永久標識及び一時標識に関する通知）及び法第２６条（測量標の使用）並びに法第３０条第１項（測量成果の使用）、法第３６条（計画書についての助言）、法第３７条（公共測量の表示等）、法第４０条第１項（測量成果の提出）等の規定による手続を適切に行わなければならない。

２　本マニュアルは、準則第１７条第３項に示す国土地理院が定めるマニュアルである。本マニュアルに基づき公共測量を実施する場合には、計画機関が作成する計画書にその旨を記載するとともに、計画書の提出に当たっては、第４条で計画機関が作成した成果品要求仕様書及び第５条で作業機関が作成し計画機関が承認した成果品作業仕様書を添付しなければならない。

【解説】

本条の第１項については、地上レーザ測量システムを用いた測量を行う場合は、計画機関は必要な手続を遅滞なく実施しなければならないことを示している。また、第２項では、本マニュアルの内容に基づいて公共測量を実施する場合には、準則第１７条第３項に該当することを示している。

この場合は、適切な精度を確保して実施されるかどうか、国土地理院が技術的助言を行うため、成果品要求仕様書及び成果品作業仕様書の提出を求めている。

（測量業者以外の者への発注の禁止）

第１１条　計画機関は、法第１０条の３（測量業者）に規定する測量業者以外の者に、本マニュアルを適用して行う測量を請け負わせてはならない。

第２節　作業計画

（作業計画の作成）

第１２条　作業機関は、測量作業着手前に、作業地域、作業内容、作業量、完成時期等を踏まえ、実施体制、要員、日程等について適切な作業計画を作成し、これを計画機関に提出して、その承認を得なければならない。作業計画を変更しようとするときも同様とする。

（実施体制）

第１３条　作業機関は、測量作業を円滑かつ確実に実行するため、適切な実施体制を整えなければならない。

２　作業機関は、作業計画の立案、工程管理及び精度管理を総括する者として、主任技術者を選任しなければならない。

３　前項の主任技術者は、法第４９条（測量士及び測量士補の登録）の規定に従い登録された測量士であり、かつ、高度な技術と十分な実務経験を有する者でなければならない。

４　作業機関において、技術者として公共測量に従事する者は、法第４９条の規定に従い登録された測量士又は測量士補でなければならない。

（安全の確保）

第１４条　作業機関は、特に現地での測量作業において、作業者の安全の確保について適切な措置を講じなければならない。

（工程管理）

第１５条　作業機関は、第１２条の作業計画に基づき、適切な工程管理を行わなければならない。

２　作業機関は、測量作業の進捗状況を適宜計画機関に報告しなければならない。

（精度管理）

第１６条　作業機関は、測量の正確さを確保するため、本マニュアルに定められている適切な確認、検証、点検等の精度管理を行い、この結果に基づいて品質評価表及び精度管理表を作成し、これを計画機関に提出しなければならない。

【解説】

作業機関は、計画機関の定める要求仕様に基づき、各工程での確認と点検、並びに成果品に対する点検測量を行い、要求精度を満たしているか確認しなければならない。また、成果品データに対して、論理的な点検も行い、品質評価表に整理する必要がある。

（第三者機関による検定）

第１７条　計画機関が指定する場合は、作業機関は、本マニュアルに基づき作成する成果品について、検定に関する技術を有する第三者機関による検定を受けなければならない。

【解説】

測量成果の検定は、作成した成果品が要求仕様を満たし品質が確保されているかを第三者機関が評価するものである。成果品の検定は納品前に実施し、合格であれば第三者機関の検定証明書等の書類が発行される。なお、地上レーザ測量システムを用いた測量の場合は、評価基準となる要求仕様が成果品要求仕様書に定められているため、作業機関は第三者機関による検定を受ける場合には、成果品要求仕様書等の添付が必要である。

（成果品及び資料等の様式）

第１８条　成果品、資料等は、本マニュアルに規定する標準的な様式で作成するものとする。ただし、使用、保存等に支障がないと認めて計画機関が指示し、又は承認した場合に限り、異なる様式により作成することができる。

（成果品等の提出）

第１９条　作業機関は、成果品、資料等について、作業が終了したときは、遅滞なく、計画機関に提出しなければならない。

（作業規程の準則の準用）

第２０条　本マニュアル（案）に定めのない事項については、準則の規定を準用する。

第２章【測量計画機関向け】成果品の要求仕様の策定

（要　旨）

第２１条　「成果品の要求仕様の策定」とは、計画機関が、目的等を踏まえ、測量により作成する成果品の内容、精度等を明らかにして要求仕様として取りまとめる作業をいう。

【解説】

計画機関が地上レーザ測量システムを用いた測量の成果品に対する要求点密度や要求精度等の要求仕様を明確にすることで、作業機関が要求仕様に応じた成果品を作成するための作業計画や測量作業の実施が可能になる。要求仕様が明確でない場合、過剰な精度の成果品が作成され費用対効果が期待できないこと、要求精度不足の成果品が作成され利用目的を実現できないこと、不要な成果品が作成されること、必要な成果品が作成されないこと等が起こり得る。

成果品の要求仕様の策定は、計画機関が意図する成果品を確実に入手するとともに、測量の重複や手戻りなどを防ぎ、効率的、かつ、確実に測量作業を進めるため、重要な作業となる。

（目的の明確化）

第２２条　計画機関は、当該測量により得られる成果品の利用目的を明らかにしなければならない。

【解説】

計画機関が明確な利用目的を提示することで、作業機関は第３章で示す作業仕様の策定において、最適な作業方法を採用することができる。

（成果品要求仕様書の作成）

第２３条　計画機関は、前条の目的を踏まえ、成果品の内容、種類、精度、点密度等の次の各号の要求仕様を定め、成果品要求仕様書を作成するものとする。

一　作成する成果データは、次の各号のとおりとする。

イ　オリジナルデータ

ロ　目的に応じて、グラウンドデータ、グリッドデータ、等高線データ、断面図データ、数値地形図データ等の成果品目を定めるものとする。

ハ　グラウンドデータを作成する場合のフィルタリング項目、グリッドデータの格子点間隔、等高線データの等高線間隔は、目的に応じて設定するものとする。ただし、フィルタリング項目は準則第５６６条第３項の表から選定することを原則とする。

ニ　数値地形図データの地図情報レベルは、２５０及び５００を標準とし、数値図化の対象地物は目的に応じて設定するものとする。

二　オリジナルデータの点密度等は目的に応じ、次の各号を標準とする。ただし、より高い精度等を求める場合は、この限りでない。

イ　三次元点群データ等の作成

成果品目	要求点密度	点群データの要求精度（標準値）	点群データの要求精度（対象）
グラウンドデータ グリッドデータ 等高線データ	1点／0.1㎡～1点／0.01㎡ （10点／㎡～100点／㎡）	0.05m （RMS誤差）	水平位置、 標高
備考 点群データの要求精度は標定点の残差、検証点の較差とする。			

ロ　数値地形図データの作成

成果品目	要求点密度		点群データの要求精度（標準値）	点群データの要求精度（対象）
	地形	地物		
数値地形図データ （地図情報レベル250）	1点／0.11㎡ （9点／㎡）	1点／6.25cm² （1600点／㎡）	0.05m （RMS誤差）	水平位置、 標高
数値地形図データ （地図情報レベル500）	1点／0.11㎡ （9点／㎡）	1点／25cm² （400点／㎡）		
備考 点群データの要求精度は標定点の残差、検証点の較差とする。				

ハ　断面図データ作成の点密度等は、目的に応じて設定するものとする。

２　点群データの合成を行う範囲（以下、「合成範囲」という。）は、地図情報レベル２５０の図郭と同等程度以内を標準とする。

【解説】

１）成果品の品目

地上レーザ測量システムを用いた測量を行って最初に得られる成果品は、計測範囲に存在するすべての地物の表面や地表面を三次元点群として表現した「オリジナルデータ」である。オリジナルデータから、建物や植生などを除去するフィルタリング処理により地表面の形状のみを表現した三次元点群データである「グラウンドデータ」を作成することができる。また、オリジナルデータ及びグラウンドデータは、ランダムに分布する三次元点群データであるが、グラウンドデータを計算処理することで、一定の間隔に整形された「グリッドデータ」を作成することができる。さらに、グラウンドデータ及びグリッドデータを用いて、地形の起伏を等高線として表現した「等高線データ」や任意の位置の断面を示す「断面図データ」、オリジナルデータを用いて建物などやその他の地物の形状も表現した「数値地形図データ」なども作成できる。このように、地上レーザ測量システムを用いた測量により、様々な種類の成果品を作成することが可能である。このため、計画機関は、測量の目的を踏まえ、どのような内容、種類の成果品を作成するかを定めることが不可欠である。また、利用目的に応じた成果品の品目を定めることにより、コストの縮減にもつなげることができる。

計画機関が求めるその他の成果品が明らかになれば、これを作成するために必要となるオリジナルデータ等についても要求仕様が明らかになる。最終的な成果品として等高線データを計画機

関が求めた場合、これを作成するために必要なオリジナルデータやグラウンドデータなどは、中間的な成果品となるが、これらの成果品の要求仕様は、最終的な成果品である等高線データの要求仕様に基づいて決まることになる。中間的な成果品は、計画機関にとっては必ずしも必要としない可能性があるが、測量作業を行う上では重要なデータであり、作業機関はその仕様をあらかじめ定めて作業に着手することが必要となる。こうして作成された中間的な成果品については、その成果の活用及び最終成果の精度の確認資料として作業終了後に最終成果品と併せて計画機関に提出することが必要である。なお、作業機関は第３章で示す作業仕様の策定において、最適な作業方法を選択することができる。

２）成果品の要求密度

成果品の要求点密度は、利用目的に応じて設定することが必要であり、以下にその目安を示す。

①グリッドデータ作成及び等高線データ作成における要求点密度

航空レーザ測量で規定するデータ間隔に準じたものである。グラウンドデータ作成で示す 100～300mm は、植生の影響が少ない場合を想定しており、植生等の影響がある場合はさらに密に取得する必要がある。

②i-Construction の ICT 土工で用いる三次元点群データの作成

i-Construction の ICT 土工で用いる三次元点群データの場合は点密度で規定されており、起工測量と出来形管理では、必要となる三次元点群データの点密度は異なる。

表１に示す要求点密度は、これまでの一般的な利用状況等を踏まえて示した目安であり、今後の技術開発の進展や利用動向の変化等により、値も変化することが想定される。最終的には要求仕様を満たした成果品が作成されることが重要である。特に、地上レーザスキャナから計測対象とする地形、地物までの距離が遠くなるにしたがって、放射方向、接線方向ともに点間隔が広がることから、計測範囲と計測時における地上レーザスキャナとの位置関係による点間隔や点密度の変化に留意しなければならない。また、これらの要求点密度は点群データを合成した後の点密度であることにも留意する必要がある。

表１　成果品の要求点密度

利用目的	要求点密度（標準値）
グラウンドデータ作成	1点／0.1㎡～1点／0.01㎡ （10点／㎡～100点／㎡）
グリッドデータ作成（格子間隔 0.5m）	1点／0.1㎡（10点／㎡）以上
等高線データ作成（レベル 250）	1点／0.01㎡（100点／㎡）以上
等高線データ作成（レベル 500）	1点／0.1㎡（10点／㎡）以上
数値地形図作成（レベル 250）	1点／6.25cm²（1600点／㎡）以上（地物の場合） 1点／0.11㎡（9点／㎡）以上（地形の場合）
数値地形図作成（レベル 500）	1点／25cm²（400点／㎡）以上（地物の場合） 1点／0.11㎡（9点／㎡）以上（地形の場合）
出来形計測	1点以上／0.01㎡ （0.1m×0.1m メッシュ）

起工測量	1点以上／0.25㎡ （0.5m×0.5m メッシュ）

３）成果品の要求精度

精度の確認は、標定点における残差及び検証点における較差により行うものとしている。測量成果は、許容条件としてはRMS誤差を用いることが一般的である。ただし、許容条件として最大値を設定する、又は両者を併用することも可能である。また、過度な要求精度の設定は非現実的であるとともに、過剰な要求精度や要求点密度の設定は作業量や経費に影響することから、過不足のない要求精度や要求点密度を設定することが重要である。

４）フィルタリングの対象項目

地表面の形状を表現するグラウンドデータは、オリジナルデータを基にフィルタリング処理によって作成される。フィルタリング処理は、地形以外の計測点を全て除去することが目的であるが、利用目的によっては地物を残す場合もある。そのため、除去する対象項目又は残存させる対象項目を定める必要がある。

なお、こうした成果品要求仕様書に示す各事項を具体的に示すためには、成果品の特徴を把握していることが必要である。計画機関が具体的な成果品要求仕様書の事項を定めることが困難な場合は、成果品の利用目的を明らかにして、作業機関又は測量に精通した関係者と相談の上、成果品要求仕様書の内容を定めることが可能である。また、計画機関は、こうした測量の計画に関連した業務を別に委託することも可能である。

５）その他

地上レーザ測量では器械の仕組みから、一般的に地上レーザスキャナ直下箇所の点群データは取得できない。そのため計画機関は、合成範囲全体の点群データが必要な場合、その旨を成果品要求仕様書で明示する必要がある。

参考様式１：成果品要求仕様書

第３章【測量作業機関向け】作業仕様の策定

（要　旨）

第２４条　「作業仕様の策定」とは、前条の規定に基づき計画機関が作成する成果品要求仕様書の内容を踏まえ、これに示された要求仕様を満たす成果品を作成するために使用する地上レーザ測量システムを準備するとともに、これを用いた作業の方法等を定め、作業仕様として取りまとめる作業をいう。

（使用する地上レーザ測量システムの性能等）

第２５条　地上レーザスキャナは、次の性能を有するものとする。

一　地形、地物等の距離が計測できること。

二　スポット径が分かること。

三　水平及び垂直方向の角度の計測間隔が分かること。

四　地形、地物等とレーザ光がなす角を入射角とし、標準的な地形、地物等が入射角１．５度以上で計測できること。

五　反射強度が取得できること。

六　眼等の人体に悪影響を与えない機能を有していること。

七　安全基準が明確に示されていること。

２　処理ソフトウェアは、次の機能及び性能を有するものとする。

一　複数箇所で計測した点群データを合成して、一つの統合した点群データ（以下「合成点群データ」という。）を生成できること。

二　地上レーザスキャナで計測した標定点及び検証点の目標の位置を表示できること。

三　標定点の座標に基づいて、合成点群データを平面直角座標系に変換できること。

四　合成及び変換の処理結果の情報を出力できること。

＜第２５条　運用基準＞

使用する地上レーザスキャナにより計測した点群データが、必要な精度を満たしていることが確認できているものを使用するものとする。

【解説】

地上レーザスキャナの性能や処理ソフトウェアの機能及び性能は、一般的な利用状況を踏まえて示すものであり、今後の技術開発の進展や利用動向の変化などにより、仕様も変化することが想定される。最終的に要求仕様を満たすことができる構成のシステムを選定することが重要である。また、地上レーザスキャナの距離計測方式として「タイム・オブ・フライト方式」「位相差方式」の２種類がある。これらの方式の別による距離計測に著しい性能差はないが、微細な反射物が密集する箇所では位相差方式の方が距離計測に差が生じやすい場合があるため、計測箇所の状況に応じた機器の選定を心掛ける必要がある。

（地上レーザ測量システムの精度試験）

第２６条　作業機関は、点群合成及び座標変換によりオリジナルデータを作成する場合は、使用する地上レーザ測量システム毎の特性や作成できるデータの品質を確認するために、精度試験を実施しなければならない。

２　精度試験は、次の各号について行うものとする。

一　合成点群データの標定点における位置の残差及び検証点における位置の較差

二　合成点群データの点密度及び合成精度

３　精度試験の結果は、精度試験記録簿に整理する。

４　精度試験は、当該システムを用いた点群合成及び座標変換を実施する測量作業前１年以内に実施することを標準とする。ただし、精度試験は点群合成及び座標変換の方法ごとに行うものとする。

＜第２６条　運用基準＞

１　機器の精度試験は、第４章に示す方法でオリジナルデータを作成して行う。

２　試験結果は、地上レーザ測量システム精度試験記録簿に整理する。

３　精度試験結果として、同一システムにより実施した、同等の要求仕様及び作業仕様に基づく公共測量の実施結果を用いることができる。

【解説】

地上レーザ測量システムについては、点群合成及び座標変換のソフトウェアによる処理等が関連するため、地上レーザスキャナ単体の精度の確認のみでは最終的な合成した点群データの精度評価は困難である。また、計測対象の地形や地物の状況によっては、要求精度 0.05m（RMS 誤差）を満たすことが難しい場合があるという結果を得ている。そのため、地上レーザスキャナ及び使用するプログラム等を含めたシステムの精度試験を作業機関が行い、要求精度が満たされることを計画機関に示す。

地上レーザ測量システムの精度試験は、成果品要求仕様書に基づき、１回に実施する点群合成と同等以上の面積で点群合成を行い、精度検証を実施する。なお、１回に実施する点群合成の範囲は、200m×150m を最大とする。

様式１：地上レーザ測量システム精度試験記録簿

（要求仕様の内容の確認）

第２７条　作業機関は、作業仕様の策定に当たって、計画機関が作成した成果品要求仕様書の内容について疑義等がないか確認し、不明確な点については、あらかじめ計画機関に確認しなければならない。

（成果品作業仕様書の作成）

第２８条　作業機関は、第２６条で実施した精度試験の結果を踏まえ、成果品要求仕様書に示された要求仕様を満たす成果品を作成するため、次の各号に関する作業仕様を定めた成果品作業仕様書を作成するものとする。

一　成果品作成の全体作業工程
二　使用する地上レーザ測量システム
三　標準的な計測諸元
四　標定点及び検証点の設置場所、点数及び観測方法
五　点検測量の方法

2　全体作業工程は、第４章及び第５章に示す作業方法を標準とし、成果品要求仕様書に示された要求仕様の内容を踏まえたものとする。

3　使用する地上レーザ測量システムは、精度試験の結果が成果品の要求仕様を満たしているものを原則とし、機器の固有名称等を含めて定めるものとする。ただし、他の精度管理を行うことで要求仕様を満たす成果品を作成できることが明らかな場合は、計画機関と協議の上、計画機関の承認を得て用いることができる。

4　点検測量の方法は、第４章第４節に示す方法を標準とし、成果品要求仕様書に示された精度を有しているか確認する方法を具体的に示すものとする。

5　要求仕様を満たす成果品を作成するために、成果品要求仕様書で定める成果品以外の成果品を作成することが必要な場合は、当該成果品の内容、精度、点密度等の要求仕様を作業機関が定め、成果品作業仕様書の中に示さなければならない。

＜第２８条　運用基準＞

標準的な計測諸元のうち計測条件は、要求点密度に対応して、次の各号を標準とする。ただし、要求点密度で規定される合成点群データの点密度を満たすこと。

一　三次元点群データ等の作成

成果品目	計測条件	
	放射方向の 計測点間隔	最小入射角[度]
グラウンドデータ グリッドデータ 等高線データ	100mm～300mm	2°～4°
備考 計測条件は、計測点間隔及び最小入射角の両方が満たされているものとする。		

二　数値地形図データの作成

地図情報 レベル	計測条件		
	地形	地物	
	放射方向の 計測点間隔	放射方向の 計測点間隔	放射方向の スポット長径 (FWHM)
250	330mm	25mm	50mm
500	330mm	50mm	100mm
備考 地物の計測条件は、放射方向の計測点間隔又は放射方向のスポット長径のいずれかが満たされているものとする。			

参考様式２：成果品作業仕様書

（成果品作業仕様書の計画機関による承認） **第２９条**　作業機関は、作成した成果品作業仕様書について、精度試験記録簿及びその他必要な資料を添えて計画機関に提出し、第４章の作業を開始する前に計画機関の承認を得るものとする。

第４章【測量作業機関向け】オリジナルデータの作成

第１節　要　旨

（要　旨）

第３０条　「オリジナルデータの作成」とは、地上レーザスキャナを用いて地形、地物等を計測し、取得した点群データを合成するとともに平面直角座標系に変換することでオリジナルデータを作成する作業をいう。

（計測計画）

第３１条　計測を行うに当たっては、現地の地形、地物等の状況に合わせて標定点及び検証点の配置、地上レーザ計測を行う箇所を決定し、計測計画図を作成するものとする。

＜第３１条　運用基準＞

計測範囲は、精度試験を行った合成範囲の面積を最大として、複数の合成範囲に分割することができる。

【解説】

計測計画図は、計測地域の現況を踏まえて適切な作業計画を立案した内容を示す図であり、作業開始前に作成することが望ましい。記載事項は作業の妨げにならないよう留意し、様式についても作業に支障のないものを採用する。参考例として、「様式２：計測計画図」や、作業規程の準則に示されている「標定点・地上レーザスキャナ配置図」などがある。また、計測計画の策定及び計測作業の実施に当たっては、地域住民に対する計測作業への理解が得られるよう配慮することが重要である。そのため、あらかじめ計画機関と協議のうえ、周知方法及び必要な配慮事項を検討し、その内容を計測計画に適切に反映させるものとする。

合成した点群データの精度確保のため、合成処理を行う範囲は地図情報レベル２５０の数値地形図の図郭と同程度の範囲（２００ｍ×１５０ｍ）としている。より広い範囲の測量作業を行う場合は、適切な単位に分割してそれぞれを合成範囲とする。また、現地の地形や地物・構造物の状況によっては、適切な範囲に分割した合成範囲をとることが望ましい。

計測範囲の形状の計画は、数値地形図の図郭どおりである必要は特にはない。計測を行う範囲が道路とその周辺のような線状の地域を対象とする場合は、線状（帯状）に計測範囲を設定すればよい。ただし、線状に設定した場合でも、合成範囲の長辺が２００ｍ以上となる場合は、合成範囲の分割や標定点、検証点の配置に十分留意する必要がある。

様式２：計測計画図　※様式２以外の様式での代用可能

第２節　標定点及び検証点の設置

（要　旨）

第３２条　「標定点及び検証点の設置」とは、標定点及び検証点を設置する作業をいい、平面直角座標系で行うものとする。

【解説】

点群合成を行う場合の個別箇所での地上レーザスキャナによる計測は平面直角座標系に依存しないため、ソフトウェア等を用いて合成処理の後、座標変換により平面直角座標系に変換する。標定点は平面直角座標系に座標変換をする際の基準となる点である。また、検証点は合成した点群全体の座標精度を点検するための点である。

標定点による標定に伴う座標変換の残差の点検と、検証点の座標と合成点群データ上で計測した検証点の座標の較差を点検することで合成及び座標変換が適切に実施できたかを評価する。

（標定点及び検証点の配置）

第３３条　標定点及び検証点の数は、次の各号のとおりとする。

一　標定点は、合成範囲を囲むように４点以上配置する。

二　検証点は、合成範囲に均等に標定点の１／２点以上配置する。

＜第３３条　運用基準＞

１　標定点及び検証点は、合成範囲の形状、地物及び地形を考慮して配置するものとする。

２　検証点は、原則として地上レーザ計測の重複箇所に配置するものとする。

３　標定点及び検証点の配置計画位置は「計測計画図」に図示する。

【解説】

標定点及び検証点の設置箇所は、第３３条に定めたことのほか、地上レーザ計測を行う際に三脚等を含めて標識が設置できること、交通の妨げになって毀損や撤去される恐れがないこと等、適切に作業ができることに留意するとともに、準則第３７０条第１項第一号から第四号を考慮して設置する必要がある。また、標定点及び検証点を多く設置すると作業効率が低下するため、作業機関は、要求仕様を満たすように全体工程のバランスを踏まえて標定点及び検証点の設置数を設定するよう留意する。特に検証点は、オリジナルデータの良否の点検に用いるため、合成範囲の形状や地形、地物を考慮した配置とする必要がある。一般に、標定点間の中央付近では、十分な精度が確保できない可能性がある。そのため、検証点は合成範囲の中心付近に配置するとともに、計測範囲の変化点など誤差が生じやすい箇所では検証点を増やすなど、精度が確認できる配置とすることが望ましい。

予備として、標定点及び検証点と同等の精度を有する点（以下「予備点」という。）をあらかじめ設置し、標識を設けたうえで地上レーザ計測を実施しておくことで、当該予備点を標定点又は検証点として活用できるようにすることも考えられる。合成範囲の形状、面積及び周辺環境の条件によっては、平面直角座標系への変換における標定点の残差及び検証点の較差が要求精度を満たさない場合がある。その場合には、予備点を標定点に変更して再度座標変換を行う、又は合成範囲を分割するなどの措置を講じることにより、データ精度の向上を図ることができる。なお、最終的に標定点と検証点の両方の用途を兼ねることはできない。

このような対応を可能とするため、計画段階において予備点を十分に配置し、点検結果に応じて適切な見直しが行える柔軟性のある配点計画を立案することが望ましい。また、予備点、標定点及び検証点は、標識に限らず、地物や構造物の角等、点群データから明確に特定可能な特徴点に座標を付与して使用することも可能とする。

標定点、検証点及び予備点の配置イメージを図 7 に示す。

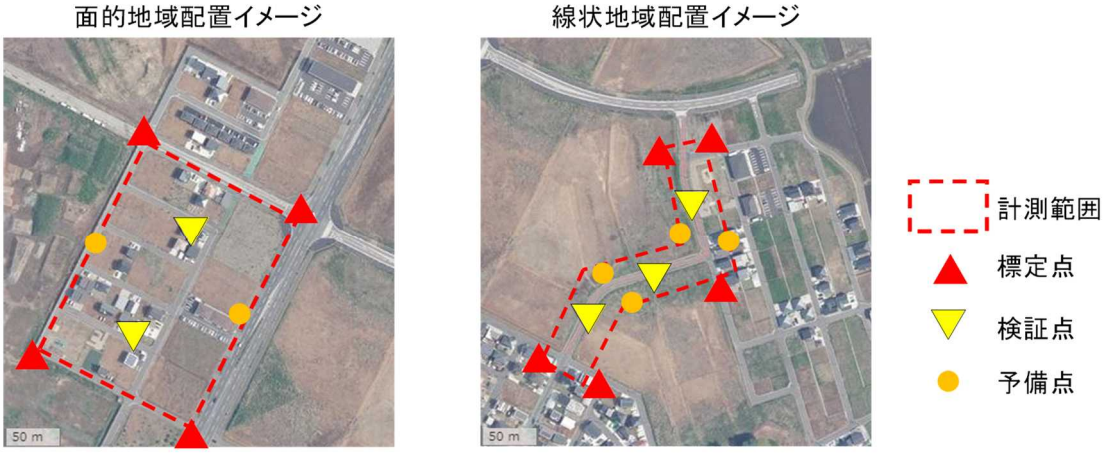


図 7　標定点、検証点及び予備点の配置イメージ

（標定点及び検証点の精度）

第３４条　標定点及び検証点の精度は、水平位置（標準偏差）が０．１メートル以内、標高（標準偏差）が０．１メートル以内を標準とする。

（方　法）

第３５条　標定点及び検証点の設置は、基準点測量に準じた観測又は第３編第２章第４節第２款のＴＳ点の設置に準じて行うものとする。ただし、前条に規定する精度を確保し得る範囲内において、既知点間の距離、標定点間の距離、路線長等は、この限りでない。

２　前項によらず、オリジナルデータの要求精度が０．０５メートル以内の場合には、準則第１１７条で規定するＴＳ等を用いるＴＳ点の設置に準じて行うものとし、観測の区分等は準則第６９４条第３項を準用する。

３　標定点及び検証点の標高は、レベル等による水準測量に準じた観測により求めることができる。

＜第３５条　運用基準＞

１　TS 点の設置に準じた観測をキネマティック法、RTK 法又はネットワーク型 RTK 法により行う場合は、準則第１１８条及び第１１９条に準じて行うものとする。いずれの方法においても、観測は２セット行うものとする。１セット目の観測値を採用値とし、２セット目を点検値とする。セット間の較差の許容範囲は、X 及び Y 成分は 0.02m、Z 成分は 0.03m を標準とする。

２　標定点及び検証点の設置位置は「計測実績図」に図示する。

３　標定点及び検証点の設置は以下を成果とする。

一　標定点成果表

二　検証点成果表

様式３－１：標定点成果表

様式３－２：検証点成果表

様式４－１：標定点設置精度管理表

様式４－２：検証点設置精度管理表

様式５：計測実績図

（成果等）

第３６条　成果等は、次の各号のとおりとする。

一　標定点成果表、検証点成果表

二　計測実績図

三　標定点測量簿、検証点測量簿

四　精度管理表

五　その他の資料

第３節　地上レーザ計測

（標識の設置）

第３７条　地上レーザ計測に当たっては、点群データの座標変換等を行うため、標定点及び検証点の上に一時標識（以下「標識」という。）を設置することを原則とする。ただし、標識と同等の観測精度が得られる地物を用いる場合は、この限りでない。

２　標識の形状等は次の各号のとおりとする。

一　標識の形状、大きさ及び反射特性は、標識の中心が所定の精度で観測できるものでなければならない。

二　標識は、地上レーザスキャナの機種に適合するものを使用することを原則とする。

三　標識の大きさは、地上レーザスキャナからの距離に応じて選択するものとする。

３　標識は、地上レーザスキャナに対して正対して設置することを原則とする。

４　必要に応じて標定点及び検証点以外の場所に一時標識を設置することができる。

＜第３７条　運用基準＞

第４項運用基準

必要に応じて標定点及び検証点以外の場所に設置する一時標識は、第２項で規定するもののほか、位置が明瞭に確認できる素材のもので、使用する地上レーザスキャナの機種に適合したものを使用することができる。

【解説】

１）標定点及び検証点の標識

標定点及び検証点の位置を点群データ上で特定するために、標識を設置する。標識は、地上レーザスキャナによってレーザ光を照射され、その位置が特定される。そのため、使用する地上レーザスキャナに適合したものを使用する必要がある。

標定点及び検証点に設置する標識の例を表２に、設置例を図８に示す。

表２　地上レーザ測量用の標識

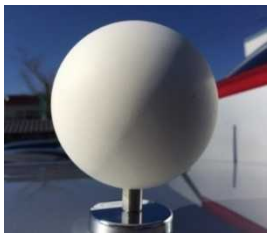
名称	チェッカ	スフィア	反射鏡	レトロリフレクタ
外観				
構造	拡散面に反射率が大きく異なる領域を複数有するもの	表面が拡散反射率90%以上の球体のもの	再帰性反射を有するプリズム	再帰性反射を有する反射部を有するもの
観測	反射強度差により形状を認識し、求心する	三次元形状を認識し、求心する	強い反射部を求心する	強い反射部を求心する

図８　標識の設置例

２）点群合成用の一時標識

計測範囲内に特徴的な地物や構造物が少ないと、意図しない合成結果になることが想定される。このような場合には、座標を持たない標識を設置することで合成の精度を向上させることが期待できる。使用する標識として、位置が特定でき、レーザ光を良好に反射する素材できている工事用のコーン等（図 9）を用いることができる。どのようなものが使用可能かは、使用する地上レーザスキャナに依存するので、機種に適合したものを使用する必要がある。また、当該箇所を計測している間に動かないように固定するなどの措置をしなかった場合、かえって合成の精度を低下させる恐れがあるので注意が必要である。

図９　点群合成用の一時標識の例

（方　法）

第３８条　地上レーザ計測は、地形、地物等に対する方向、距離及び反射強度を計測するものとする。

２　計測の方向は、地形の低い方から高い方への向きを原則とする。

３　計測結果は、方向及び距離から計算した座標値並びに受光した反射強度を記録するものとする。

４　計測対象物は、標識、地形、地物等に分類し、これらの大きさ、形状及び地上レーザスキャナからの距離に応じて計測を行うものとする。

５　計測は、使用する地上レーザスキャナに適合する方法によるものとする。ただし、コンペンセータを有する機種の場合は整置して計測することを原則とする。

６　反射強度が同等の地物が隣接する場合は、それらの境が濃淡として捉えられるような措置をとることができるものとする。

７　一部の対象物のみを高密度で計測することができるものとする。

８　同一箇所から複数回計測する場合は、それぞれ地上レーザスキャナの器械高を変えることを原則とする。

９　反射強度等を用いた判読の資料とするため、地上レーザスキャナの位置から作業地域の写真を撮影することを原則とする。

＜第３８条　運用基準＞

１　コンペンセータと同様の機能を有する場合にも、同様の措置をして計測するものとする。

２　標定点及び検証点に設置した標識は、高密度での計測を原則とする。

【解説】

点群データの合成方法やその仕組みは地上レーザ測量システムごとに固有性が高いことから、本マニュアルでは規定していない。ただし、データ作成範囲全体の点群データを適切に取得、合成するとともに、平面直角座標系に変換できる方法であることが求められる。

地上レーザスキャナによってはコンペンセータと同等の措置を電子的に行うことのできる機種があるので、使用する機種に適合した措置を行う必要がある。

標定点及び検証点に設置した標識は、標識の位置の確実な計測のため、高密度で計測を行うこ

とが望ましい。ただし、高密度で計測することができない場合は、複数の地上レーザ計測箇所から標識を計測するなど、必要な措置を講じる必要がある。

（点群データの合成）

第３９条　計測した点群データについて、精度試験を行った方法で合成処理を行う。

２　合成処理終了後、速やかにデータの良否を点検し、データが良好でなかった箇所において速やかに必要な措置をとるものとする。

＜第３９条　運用基準＞

１　合成結果は、計測実績図に以下を記載して取りまとめる。

一　合成範囲

二　計測箇所

三　標定点及び検証点の位置

四　点検測量の範囲

２　合成の良否の点検は、地上レーザ測量システムが出力する情報を用いて行うものとする。

【解説】

点群合成は、作業仕様で定めた方法で行わなければならない。

近年の地上レーザスキャナには長距離観測が可能な機種もあり、広範囲かつ高密度の点群データ取得が可能となっている。その結果、特徴点の認識精度が向上し、自動合成の精度向上が期待される。点群合成後においては、計測条件（最小入射角、計測点間隔）を参考とし、必要に応じて不要な計測点を削除するなどの適切な処理を行うものとする。

また、地上レーザ測量システムは、点群データを合成した際に合成結果に関するレポートを出力するのが一般的である。合成結果の良否の点検を行うことで、後続作業で実施する平面直角座標系への変換等の確実な実施につなげることができる。

様式５：計測実績図

（標識の計測）

第４０条　標識に照射された点群データを用い、標識の中心の座標を計測するものとする。

【解説】

標識の中心の座標の計測は、標識に照射された点群データを用いて行う。なお、標識に照射された点群データの一部を除外することがないようにしなければならない。

（平面直角座標系への変換）

第４１条　合成した点群データは、標定点を使用して平面直角座標系へ変換し、オリジナルデータとするものとする。

２　平面直角座標系への変換における標定点との残差が、要求精度を満たしているか点検する。

３　前項を満たした場合は、検証点との較差が要求精度を満たしているか点検する。

４　第２項又は前項の点検の結果、要求精度を満たさない場合は、再計測や標定点設置の見直し等必要な措置を講じるものとする。

５　平面直角座標系への変換の結果は、精度管理表に取りまとめるものとする。

＜第４１条　運用基準＞

検証点を平面直角座標系への変換に用いてはならない。

様式６－１：平面直角座標系への変換 精度管理表（標定点）

様式６－２：平面直角座標系への変換 精度管理表（検証点）

（オリジナルデータの合成精度の点検）

第４２条　点群合成し座標変換したオリジナルデータは、合成精度の点検を行う。

２　オリジナルデータの合成精度は、点検箇所に照射された各器械点の点群データについて、水平座標及び標高値の残差よる点検を標準とする。

３　オリジナルデータの合成精度の点検箇所は計測実績図に、点検結果はオリジナルデータの合成精度点検表にそれぞれ取りまとめるものとする。

＜第４２条　運用基準＞

点検箇所は複数の器械点より照射された特徴点にて、第３３条第二号で規定する検証点の配置数と同数以上を標準とし、合成範囲の形状、地物及び地形を考慮するものとする。

【解説】

異なる箇所から地上レーザ計測した点群データを合成するため、合成した点群データがどの程度正しく重複しているのかの点検は重要である。例えば、図 10 に示すように、本来同一の位置となることが期待されるチェッカの中心点において点群データのズレを評価することで、合成の良否の判断材料とすることができる。

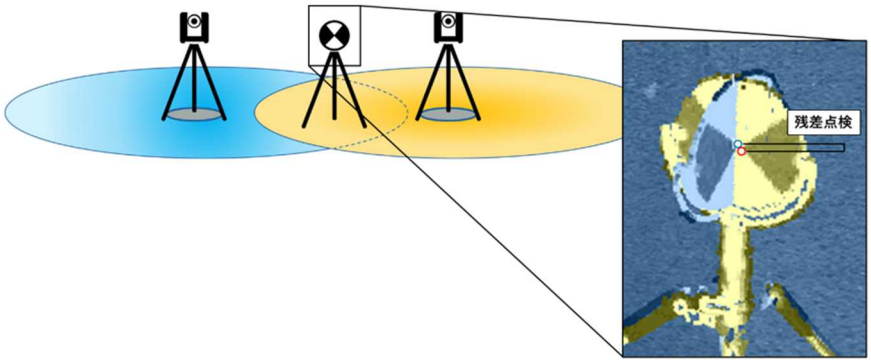


図 10　合成処理後のレーザ計測点のズレ（イメージ）

点検は、地物の角やチェッカなど、位置を明確に特定できる特徴点で行うことが望ましい。なお、検証点の標識を用いて代用することも可能である。

様式７：オリジナルデータの合成精度点検表

（計測点の選定）

第４３条　計測点は、要求仕様及び計測条件を損なわないように間引くことができるものとする。

２　内挿処理による点群データの細密化は、行ってはならない。

＜第４３条　運用基準＞

計測点の選定は、計測距離の短いもの、入射角の大きなものを優先して残すように行うものとする。

（点密度の点検）

第４４条　合成した点群データは、要求仕様に示された要求点密度を満たしているか、次の各号に基づき点検するものとする。

一　点密度は、要求仕様に設定された要求点密度に基づいてオリジナルデータを一定の格子間隔で区切り、１つの格子内に含まれるオリジナルデータの点の数により点検する。

二　点密度の点検を行う箇所には、水部及び合成範囲外は含まないことを標準とする。

２　点検の結果、要求仕様を満たさない場合には、追加計測を行い、再合成処理を行うものとする。

３　点検の結果は、点密度点検精度管理表に取りまとめるものとする。

様式８：点密度点検精度管理表

第４節　オリジナルデータの点検測量

（オリジナルデータの点検測量）

第４５条　オリジナルデータの点検は、オリジナルデータと、オリジナルデータの作成とは別に実施する点検測量で得られるデータとの較差を求め、要求仕様を満たしているかを確認する。

２　点検測量は、計測範囲の状況等が変化しないよう、可能な限りオリジナルデータの作成における地上レーザ計測と同時期に行うものとする。また、点検箇所は原則としてオリジナルデータの作成に使用した点群データが複数重複する箇所から選定するものとする。

３　点検は、次の各号のいずれかの方法で行うことを標準とする。

一　斜距離の計測による点検

イ　オリジナルデータ上で特定できる２点間について、別途現地で計測する斜距離との較差が要求精度を満たしていることを確認する。

ロ　別途計測する斜距離は、準則第２編第２章の基準点測量に準じた観測又は第３編第２

章第４節第２款のＴＳ点の設置に準じて測量した座標から求めるか、直接距離を観測するものとする。

ハ　点検測量の範囲は、取得対象の地物が網羅的に存在する範囲を標準とし、点検を行う箇所は、オリジナルデータの計測箇所数の５パーセント以上（最低でも２箇所以上で点検を実施する）とする。ただし、端数は切り上げるものとする。

二　地上レーザ測量による点検

イ　オリジナルデータと点検用の点群データとの水平位置及び標高の較差を求め、要求仕様を満たしているかを確認することによって行う。

ロ　点検用の点群データは、オリジナルデータ作成時と同じ又は同等以上の性能を有する地上レーザ測量システムを用いて取得するものとする。

ハ　点検測量の範囲は、取得対象の地物が網羅的に存在する範囲を標準とし、点検を行う箇所は、オリジナルデータの計測箇所数の５パーセント以上とする。ただし、端数は切り上げるものとする。

三　横断測量による点検

イ　合成範囲を横断する測線を設定し、準則第６５１条に基づく横断測量の結果と、オリジナルデータを当該の測線に沿って任意の幅で抽出して作成した断面図から地表面等同一の地点を取得していると推定される箇所において標高の較差を求め、要求仕様を満たしているか点検する。

ロ　点検は、合成範囲ごとに、２本以上の測線において合計１０点以上で行うものするものとする。

４　点検の結果、オリジナルデータが要求仕様を満たしていない場合には、データの再取得等、要求仕様を満たすように必要な措置を講じる。

５　点検の結果は、点検測量の方法に応じて精度管理表に取りまとめるとともに、点検測量の実施箇所は、計測実績図に整理する。

＜第４５条　運用基準＞

第３項第一号運用基準

点検の方法は、オリジナルデータ及び点検用の点群データで明瞭に確認できる地物を選定し、オリジナルデータ及び点群データにおける当該地物の水平位置及び標高を測定して較差を求めることによって行う。

【解説】

公共測量では測量成果の正確さを確保するため、準則第１３条第３項で作業機関が点検測量を行うことを規定している。本マニュアルでは作成したオリジナルデータが、適切に合成が実施でき、かつ現地と整合したものであることを評価するために実施する。

点検測量の方法は、①斜距離の計測による点検、②地上レーザ測量による点検、③横断測量による点検の３種類から適切な方法を選択して行う。

点検測量を行う箇所は、オリジナルデータの作成に使用した個別の点群データの重複する箇所から選定するとともに、計測範囲に適切に分散させて配置する必要がある。

地上レーザ測量による点検は、オリジナルデータを作成した際の計測箇所とは異なる箇所で地上レーザ計測を行うことで、オリジナルデータの良否が評価できることから、同一箇所での点検測量用の計測は避けなければならない。また、横断測量による点検は、標高のみの点検を行うことになるので、当該測量の目的が標高差の取得である場合など、必要性を検討したうえで選択する。

斜距離の計測による点検数（辺数）について、例えば 1 つの合成範囲内で 13 箇所において計測した場合、斜距離の計測による点検は、辺長に関係なく、2 辺以上を実施する。

13 箇所×0.05≒1 箇所＝2 箇所以上（2 辺以上）

様式９－１：点検測量結果精度管理表（斜距離計測）
様式９－２：点検測量結果精度管理表（地上レーザ測量）
様式９－３：点検測量結果精度管理表（横断測量）

第５章【測量作業機関向け】その他の成果データの作成

（要　旨）

第４６条　「その他の成果データの作成」とは、前章に基づいて作成する点検済みのオリジナルデータを編集してその他の成果データを作成する作業をいう。

２　その他の成果データは、要求仕様に基づき作成するものとする。

（グラウンドデータの作成及び点検）

第４７条　グラウンドデータは、準則第３８１条及び第３８２条に準じて、作成及び点検を行うものとする。

（グリッドデータの作成及び点検）

第４８条　グリッドデータは、準則第３８３条及び第３８４条に準じて、作成及び点検を行うものとする。

２　グリッドデータの格子間隔は、要求仕様に基づいて決定する。

（等高線データの作成及び点検）

第４９条　等高線データは、準則第３８５条及び第３８６条に準じて、作成及び点検を行うものとする。

（断面図データの作成及び点検）

第５０条　断面図データは、準則第３８７条及び第３８８条に準じて、作成及び点検を行うものとする。

（数値地形図データの作成及び点検）

第５１条　数値地形図データは、準則第３８９条から第４０５条に準じて、作成及び点検を行うものとする。

２　数値図化の対象地物は、要求仕様に基づいて決定する。

３　数値地形図データの作成に用いるオリジナルデータは、次の各号を満たすものとする。

一　要求仕様に基づいて決定する数値図化対象地物が判読できる点密度であること。

二　オリジナルデータで十分な点密度が確保されない場合や、遮蔽部分が存在する場合は、適切な測量方法で補測を行うこと。

【解説】

数値地形図データの作成は、準則第４編第２章地上レーザ測量で規定する数値地形図データの作成に準じて行う。

数値図化を行う場合、対象地物を明確にすることが重要である。作業機関は、計画機関から対象地物及びその概略位置などの情報を得ることで、適切な作業仕様の策定が可能となる。測量現場の状況に不明点があれば、計画機関の了承の上で事前に予察を行い、測量現場の状況や数値図

化対象の地物周辺の見通しなどを把握し、計測諸元の決定に反映することが推奨される。

地上レーザ測量では、植生の間をすり抜けて遠方の地表面や地物を捉えることがあるため、写真測量と比較して植生下の地物が認識できる場合がある。しかし、植生の間をすり抜けた点群データで、地物の輪郭を確実に捉えるだけの点密度が確保できるかは予測が難しい。従って、数値図化対象の地物周辺の見通しが悪いようであれば、補測作業を前提にした作業計画を立案する必要がある。補測作業が必要と判断される場合には、数値図化対象地物を図化するために適切な測量手法を検討し、実施しなければならない。なお、数値図化対象地物周辺の見通しが悪い場所では、通常よりも高密度の点群データ取得を計画し、計測を試みることも選択肢の一つである。

数値地形図データの点検は、数値図化された地物の位置と、反射強度画像や陰影図データ等を比較することで行う。また、必要に応じ現地で目視確認し、数値図化が必要な地物であれば現地補測作業を実施する。なお、現地の立ち入りや測量作業が困難な区域がある場合には、計画機関に報告して判断を仰ぐことが求められる。

第６章【測量作業機関向け】成果の取りまとめ

第１節　成果データファイルの作成

（要　旨）

第５２条　「成果データファイルの作成」とは、作成及び点検を行ったオリジナルデータ等の成果データについて、製品仕様書に従った形式で電磁的記録媒体に記録する作業をいう。

２　三次元点群データ説明書は、準則付録７を使用することができる。

第２節　品質評価

（品質評価）

第５３条　品質評価は、準則第４４条の規定を準用する。

第３節　成果等の整理

（メタデータの作成）

第５４条　メタデータ作成は、準則第４５条の規定を準用する。

（成果等）

第５５条　成果等は、次の各号を標準とし、要求仕様に応じて定める。

一　オリジナルデータファイル

二　グラウンドデータファイル

三　グリッドデータファイル

四　等高線データファイル

五　断面図データファイル

六　数値地形図データファイル

七　精度管理表

八　品質評価表

九　メタデータ

十　その他の資料

２　写真を測量成果とする場合には、個人情報の保護及びプライバシーに配慮するものとする。

様式集

様式１	地上レーザ測量システム精度試験記録簿
様式２	計測計画図　※様式２以外の様式での代用可能
様式３－１	標定点成果表
様式３－２	検証点成果表
様式４－１	標定点設置精度管理表
様式４－２	検証点設置精度管理表
様式５	計測実績図
様式６－１	平面直角座標系への変換 精度管理表（標定点）
様式６－２	平面直角座標系への変換 精度管理表（検証点）
様式７	オリジナルデータの合成精度点検表
様式８	点密度点検精度管理表
様式９－１	点検測量結果精度管理表（斜距離計測）
様式９－２	点検測量結果精度管理表（地上レーザ測量）
様式９－３	点検測量結果精度管理表（横断測量）
参考様式１	成果品要求仕様書
参考様式２	成果品作業仕様書

地上レーザ測量システム精度試験記録簿

様式１

試験サイト名		実施者	
試験実施年月日	年　　月　　日	点検者	
機器	機器名	機器番号	
地上レーザスキャナ			
処理ソフトウェア			
その他構成機器			

要求仕様

点密度（点／㎡）	
要求精度（m）	

計測諸元（実績値）

合成範囲（長辺（m）×短辺（m））	
放射方向の計測点間隔(m)	
最小入射角（度）	
適用する点群合成方法	
使用する標識	

標定点残差（相似変換後）

標定点名称	標定点の成果値			合成点群上の座標値			残差			
	X	Y	H	X	Y	H	ΔX	ΔY	ΔXY	ΔH
						RMS誤差				

※残差は「合成点群上の座標値 － 標定点の成果値」とする

$$= \sqrt{\frac{\Sigma(\text{残差})^2}{n}}$$

計測地点での点密度

地点の名称	点検箇所の面積（㎡）	点群合成後の点数（点）	点密度（点／㎡）

検証点較差（相似変換後）

検証点名称	検証点の成果値			合成点群上の座標値			較差			
	X	Y	H	X	Y	H	ΔX	ΔY	ΔXY	ΔH
						RMS誤差				

※較差は、「合成点群上の座標値 － 検証点の成果値」とする

※検証点は、原則として地上レーザ計測の重複箇所に配置するものとする。

$$= \sqrt{\frac{\Sigma(\text{較差})^2}{n}}$$

合成精度

器械点名	点群データ上の座標（m）			備考
	X	Y	Z	
平均値				
最大値				
最小値				
標準偏差				

用紙の大きさはＡ４判とする

様式２

計測計画図

作　業　名		レーザスキャナ名 (機　器　番　号)	処理ソフトウェア名及び バージョン番号	計画機関名		主任技術者	
計測年月日				作業機関名		点　検　者	

計測範囲、合成範囲、標定点・検証点、地上レーザスキャナ配置位置を記載する。

注　計画図には、記号と点名（例　標定点：○r1　検証点:◎v1）等を記載する。

用紙の大きさはＡ４判とする。

様式３－１

標定点成果表

世界測地系（測地成果○○○○）
ジオイド・モデル○○○○Ver.○

座標系：　　調製　　年　　月　　日

点名	緯度	経度	X	Y	標高
	B	L			H
	° ′ ″	° ′ ″	m	m	m
	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.

用紙の大きさはＡ４判とする。

様式３－２

検証点成果表

世界測地系（測地成果○○○○）
ジオイド・モデル○○○○Ver.○

座標系：　　調製　　年　　月　　日

点名	緯度	経度	X	Y	標高
	B	L			H
	° ′ ″ .	° ′ ″ .	m .	m .	m .
	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.
	.	.	.	.	.

用紙の大きさはＡ４判とする。

様式４－１

標定点設置精度管理表

地　区　名	作　業　量	作業機関名	主任技術者	点　検　者

点　　名	測量方式	平　均　法	座標較差（最大）		高低の標準偏差又は較差（最大）	内角の閉合差 方向角の較差（最大）
			X	Y		
			m	m	m	

使用機械		備考	

注１．測量方式は、結合多角、単路線、放射法等を記入する。放射法の場合は、「座標較差」には２回観測の較差を記入し、「平均法」及び「内角の閉合差　方向角の較差（最大）」の欄を斜線抹消する。
２．平均法は、厳密水平（高低）網、簡易水平（高低）網又は三次元網平均等を記載する。
３．標定点、検証点の区分ができるように点名を付与すること。

用紙の大きさはＡ４判とする。

様式４－２

検証点設置精度管理表

地　区　名	作　業　量	作業機関名	主任技術者	点　検　者

点　　名	測量方式	平　均　法	座標較差（最大）		高低の標準偏差又は較差（最大）	内角の閉合差 方向角の較差（最大）
			X	Y		
			m	m	m	

使用機械		備考	

注１．測量方式は、結合多角、単路線、放射法等を記入する。放射法の場合は、「座標較差」には２回観測の較差を記入し、「平均法」及び「内角の閉合差　方向角の較差（最大）」の欄を斜線抹消する。
２．平均法は、厳密水平（高低）網、簡易水平（高低）網又は三次元網平均等を記載する。
３．標定点、検証点の区分ができるように点名を付与すること。

用紙の大きさはＡ４判とする。

様式５

計測実績図

作　業　名		レーザスキャナ名 （機　器　番　号）	処理ソフトウェア名及び バージョン番号	計画機関名		主任技術者	
計測年月日				作業機関名		点　検　者	

計測範囲、合成範囲、標定点・検証点・地上レーザスキャナ配置位置、標識の設置位置、オリジナルデータの合成精度の点検位置、点検測量の実施位置を記載する。

注１．実績図には、記号と点名（例　標定点：○r1　検証点:◎v1）等を記載する。
　２．地上レーザスキャナ配置位置には記号と器械点名を記載する。
　３．標識の配置位置は、標定点、検証点以外の場所に配置した場合に記載する。
　　用紙の大きさはＡ４判とする。

平面直角座標系への変換 精度管理表（標定点）

作　業　名		レーザスキャナ名 （機　器　番　号）	処理ソフトウェア名及び バージョン番号	計画機関名		主任技術者	
計測年月日				作業機関名		点　検　者	

点名	標定点（m）			点群データ上の座標（m）			残差（m）				備考
	X	Y	H	X′	Y′	H′	ΔX	ΔY	ΔXY	ΔH	
						最大値					
						平均値					
						RMS誤差 $=\sqrt{\frac{\Sigma(\text{残差})^2}{n}}$					
						許容範囲					

用紙の大きさはＡ４判とする。

様式６－２

平面直角座標系への変換 精度管理表（検証点）

作　業　名		レーザスキャナ名 （機　器　番　号）	処理ソフトウェア名及び バージョン番号	計画機関名		主任技術者	
計測年月日				作業機関名		点　検　者	

点名	検証点（m）			点群データ上の座標（m）			較差（m）				備考
	X	Y	H	X′	Y′	H′	ΔX	ΔY	ΔXY	ΔH	
						最大値					
						平均値					
						RMS誤差 $=\sqrt{\frac{\Sigma(\text{較差})^2}{n}}$					
						許容範囲					

用紙の大きさはＡ４判とする。

様式７

オリジナルデータの合成精度点検表

地区名			作業者	
			点検者	
器械点名	点群データ上の座標（m）			
	X	Y	Z	備　考
平均値				
最大値				
最小値				
標準偏差				

用紙の大きさはＡ４版とする。

様式８

点密度点検精度管理表

地 区 名				作業機関			
				作業者		点検者	
箇所名等	対象格子数	点密度不足格子数	不足格子率%	箇所名等	対象格子数	点密度不足格子数	不足格子率%
不足格子率の全域の平均		不足格子率の最小値		不足格子率の最大値			

用紙の大きさはＡ４判とする。

様式９－１

点検測量結果精度管理表（斜距離計測）

世界測地系（測地成果○○○○）

地区名		作業者	
		点検者	
箇所名		制限値	

番号	測線名	点検測量による距離（m）（①）	計測値（m）（②）	較差ΔL（m）（②－①）	合否
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
較差の平均					
RMS誤差 $= \sqrt{\frac{\Sigma(\Delta L)^2}{n}}$					

注．点検測量の位置は、計測実績図に記入する。
用紙の大きさはＡ４判とする。

点検測量結果精度管理表（地上レーザ測量）

世界測地系（測地成果○○○○）

地区名		作業者		点検者	
		要求仕様 制限値	ΔX	ΔY	ΔH

番号	箇所名	点群データ（点検測量）			オリジナルデータ			点検測量結果とオリジナルデータとの較差					
		水平座標		標高	水平座標		標高	水平座標の較差				標高の較差	
		X (①)	Y (②)	H (③)	X (④)	Y (⑤)	H (⑥)	ΔX (④-①)	合否	ΔY (⑤-②)	合否	ΔH (⑥-③)	合否
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
較差の平均													
RMS誤差													
								RMS誤差=$\sqrt{\frac{\Sigma(\Delta X)^2}{n}}$		RMS誤差=$\sqrt{\frac{\Sigma(\Delta Y)^2}{n}}$		RMS誤差=$\sqrt{\frac{\Sigma(\Delta H)^2}{n}}$	

注. 点検測量の位置は、計測実績図に記入する。

用紙の大きさはＡ４判とする。

点検測量結果精度管理表（横断測量）

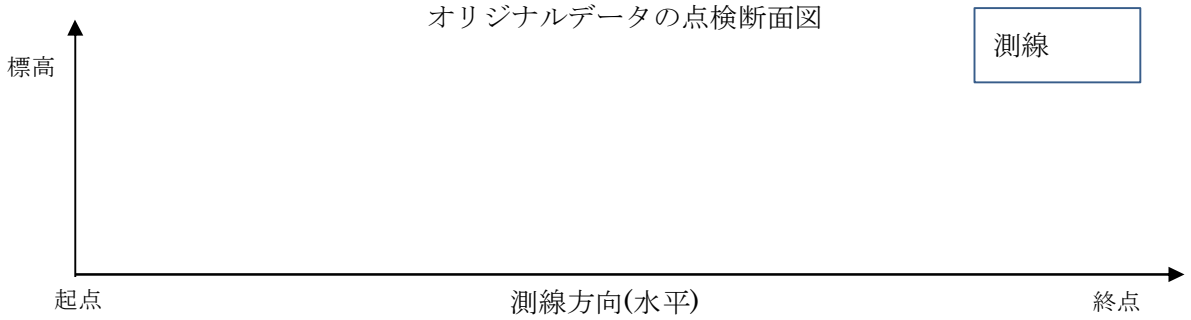
世界測地系（測地成果○○○○）

地区名		作業者		
		点検者		
		要求仕様 制限値	標高較差 (ΔH)	

番号	箇所番号	起点からの距離（m）	点検測量結果の標高（h） （①）	オリジナルデータの標高（H） （②）	標高較差 (ΔH) （②−①）	合否
1	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
2	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
較差の平均						
較差のＲＭＳ誤差 $=\sqrt{\frac{\sum(\Delta H)^2}{n}}$						

注．点検箇所及び断面箇所は、計測実績図に記入する。
用紙の大きさはＡ４判とする。

オリジナルデータの点検断面図



参考様式1

成果品要求仕様書

1. 作成する成果品の品目及び使用目的など

目的と用途	記入例	○○河川計画のための地形データ取得を行いたい。 任意地点での断面形状の把握を行いたので、三次元点群データが必要。
	記入	

2. データ作成範囲の情報

	項目	記入内容		記入	
計測地の状況	場所	概略の位置（住所等）			
	面積／路線長	概略の作業面積(㎡)			
		概略の路線長(km)			
	地形ほか	裸地、市街地など			
	植生状況	樹林地、草地など			
	地上レーザ計測に関わる情報	運用面	交通規制の有無		
			第三者敷地の通過		
		その他			
	その他 考えられる危険	気象条件など			

3. 最終成果品の詳細

品目	成果品	作成 注1	要求精度ほか		
			設定項目	要求仕様	
標準成果品	オリジナルデータ		要求精度 (m)	水平 標高	
			評価基準 注2	RMS誤差(mm)	
			点密度 注3	1点/○㎡又は○点/㎡	
			スキャナ直下箇所の計測 注4	要・不要	
			計測点の選定 注5	要・不要	
その他の成果品	グラウンドデータ		フィルタリング項目		
	グリッドデータ		格子間隔 (m)		
	等高線データ		等高線間隔 (m)		
	断面図データ		―		
	数値地形図データ		地図情報レベル		
	その他				

注1. 作成する成果は○、最終成果は◎、作成しないものは×を記載。いずれの場合もオリジナルデータの作成は必須。

注2. 精度は標定点との残差、検証点との較差の許容範囲（RMS誤差）を記入する。

注3. 点密度は、1点/○㎡ 又は ○点/㎡ を記入する。

注4. 地上レーザ測量の制約となるスキャナ直下の計測不能箇所は、「計測が必要」「計測が不要」のいずれかとする。

注5. 計測点のうち、高密度となる箇所の点群データを適宜間引いて、点密度に対応したオリジナルデータとする場合は「要」、それ以外は「不要」とする。

4. その他

用紙の大きさはA4判とする。

参考様式2

成果品作業仕様書

業務件名　　作成日

測量作業機関

1. 使用する地上レーザ測量システム

	機器	機器名	細目	仕様
地上レーザ測量システム	地上レーザスキャナ		最長計測距離 最短計測距離 距離精度 位置精度 最小測定間隔 スキャン範囲（水平） スキャン範囲（鉛直） ビーム拡散角 マルチパルス カメラ	
	処理ソフトウェア			

2. 地上レーザ計測及び点群合成の標準的な計測諸元

	項目	記入	備考
計測諸元	放射方向の計測点間隔(mm)		
	最小入射角（度）		
	放射方向のスポット長径		
	適用する点群合成方法		
	使用する標識		
	スキャナ直下箇所の計測		

3. 標定点・検証点の設置方法、点検測量の方法等

	項目	記入	設置方法	設置点数	観測方法
点検方法等	標定点				
	検証点				
	点検測量 実施方法				

4. その他の作業仕様

用紙の大きさはA4判とする。