

**地上移動体搭載型レーザー scanner を用いた
出来形管理の監督・検査要領
(舗装工事編)
(案)**

令和5年3月

国 土 交 通 省

はじめに

i-Construction は、情報通信技術の適用により高効率・高精度な施工を実現するものであり、工事施工中においては、施工管理データの連続的な取得を可能とするものである。そのため、施工管理においては従来よりも多くの点で品質管理が可能となり、これまで以上の品質確保が期待される。

施工者においては、実施する施工管理にあつては、施工管理データの取得によりトレーサビリティが確保されるとともに、高精度の施工やデータ管理の簡略化・書類の作成に係る負荷の軽減等が可能となる。また、発注者においては、従来の監督職員による現場確認が施工管理データの数値チェック等で代替可能となる他、検査職員による出来形・品質管理の規格値等の確認についても数値の自動チェックが今後可能となるなどの効果が期待される。

また、近年はレーザーで距離の測定を行えるトータルステーション以外にも、面的な広範囲の計測が容易な地上型レーザースキャナー技術や無人航空機（UAV）を用いた空中写真測量についても利用が進んでいる。さらに、T L Sを地上移動体に搭載することで広範囲でも効率的に計測できる地上移動体搭載型レーザースキャナー（以下、「地上移動体搭載型L S」という）も開発されており、計測作業の効率化が期待されている。そこで、情報化施工の項目のひとつとして、地上移動体搭載型L Sを利用した地形測量及び出来形測量・出来高算出方法を整理した。この方法は、従来の巻尺、レベルあるいはT Sを用いる方法に比べて、以下の優位性をもつ。

- (1) 計測の準備作業が軽減でき、また計測時間も短いために測量作業が大幅に効率化する。
- (2) 測量結果を3次元CAD等で処理することにより、鳥瞰図や縦断図・横断図、数量算出など、ユーザの必要なデータが抽出できる。

一方、地上型レーザースキャナーを用いた計測では、従来の巻尺、レベルやT Sによる計測に比べて以下の留意点がある。

- (1) 計測箇所をピンポイントに計測できない
- (2) 取得データの計測密度にばらつきがある。

本要領（案）を用いた監督・検査の実施にあたっては、本要領の主旨、記載内容をよく理解するとともに、実際の監督・検査にあたっては、「工事施工前における使用機器の精度の確認」、「既済部分検査及び完了検査実施時における出来形管理・品質の確認」を実施し、適切な管理の下での出来形計測データ等の取得及びトレーサビリティの確保、並びに規格値を満足した出来形計測データ等の取得を行うものとする。

今後、現場のニーズや本技術の目的に対し、更なる機能の開発等技術的発展が期待され、その場合、本要領についても開発された機能・仕様に合わせて改訂を行うこととしている。

なお、本要領は、施工者が行う施工管理に関する要領と併せて作成しており、施工管理については、「3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案） 第3編 舗装工編」を参照していただきたい。

目 次

1. 目 的	1
2. 地上移動体搭載型 L S 活用のメリット	1
2-1 工事目的物の品質確保	1
2-2 業務の効率化	1
3. 要領の対象範囲	2
4. 用語の説明	2
5. 監督職員の実施項目	2
5-1 施工計画書の受理・記載事項の確認	3
5-2 基準点の指示	6
5-3 設計図書の 3 次元化の指示	6
5-4 工事基準点等の設置状況の把握	6
5-5 3次元設計データチェックシートの確認	6
5-6 精度確認試験結果報告書の把握	7
5-7 出来形管理状況の把握	7
6. 検査職員の実施項目	8
6-1 出来形計測に係わる書面検査	8
6-2 出来形計測に係わる実地検査	10
7. 管理基準及び規格値等	11
7-1 出来形管理基準及び規格値	11
7-2 品質管理及び出来形管理写真基準	11

(参考資料)

参考資料-1	13
通常工事と「地上移動体搭載型 L S を用いた出来形管理」における監督・検査要領との 相違点比較一覧	
参考資料-2	14
3次元設計データチェックシート	
参考資料-3	15
精度確認試験結果報告書	
参考資料-4	20
用語の説明	
参考資料-5	25
地上移動体搭載型 L S を用いた出来形管理の活用により期待される機能と導入効果	

地上移動体搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理の 監督・検査要領（舗装工事編）

1. 目的

本要領は、地上移動体搭載型レーザースキャナー（以下、地上移動体搭載型LSという。）を用いた出来形管理に係わる監督・検査業務に必要な事項を定め、監督・検査業務の適切な実施や更なる効率化に資することを目的とする。

また、受注者に対しても、施工管理の各段階（工事測量、3次元設計データの作成、施工中の出来形確認・出来高確認、施工後の出来形確認・出来高確認、出来形管理帳票の作成）で、より作業の確実性や自動化・省力化が図られるように、出来形管理・出来高管理が効率的かつ正確に実施されるための適応範囲や具体的な実施方法、留意点等を示したものである。

2. 地上移動体搭載型LS活用のメリット

地上移動体搭載型LSを活用することによるメリットは、現状においては工事測量や出来形計測、数量算出など施工段階を中心としたメリットとなるが、今後、取得したデータの活用による維持管理の効率化等、様々なメリットが期待される。（参考資料－5参照）

今回、地上移動体搭載型LSの出来形計測の機能を踏まえた「地上移動体搭載型LSを用いた出来形管理の監督・検査要領」策定による発注者における主なメリットは、以下のとおりである。

2-1 工事目的物の品質確保

1) 2次元データから3次元設計データを作成するため、図面の照査が確実

・詳細については、「5-5 3次元設計データチェックシートの確認」を参照。

2) 地上移動体搭載型LSによる出来形計測は面的な計測データとなるため、出来形が確実に確認が容易

・詳細（監督職員対応）については、「5-7 出来形管理状況の把握」を参照。

・詳細（検査職員対応）については、「6-1 出来形計測に係わる書面検査」を参照。

3) 出来形を面的に計測することによる品質確保

・詳細については、「7-1 出来形管理基準及び規格値」を参照。

4) 面的な計測結果を用いた図面の作成及び数量算出による品質確保

・面的な計測結果（工事測量、出来形計測等）から図面作成や数量算出を行うため、設計変更内容が確実に反映され、再利用性の高い完成図が納品される。

2-2 業務の効率化

1) 3次元設計データの作成による図面の照査が効率化

・詳細については、「5-5 3次元設計データチェックシートの確認」を参照。

2) 実地検査における検査頻度を大幅に削減（ただし、出来形帳票作成ソフトウェア機能要求仕様書が配出され、対応したソフトウェアが導入されるまでは実地検査を行う）

3) 写真管理基準の効率化が可能

・詳細については、「7-2 品質管理及び出来形管理写真基準」を参照。

3. 要領の対象範囲

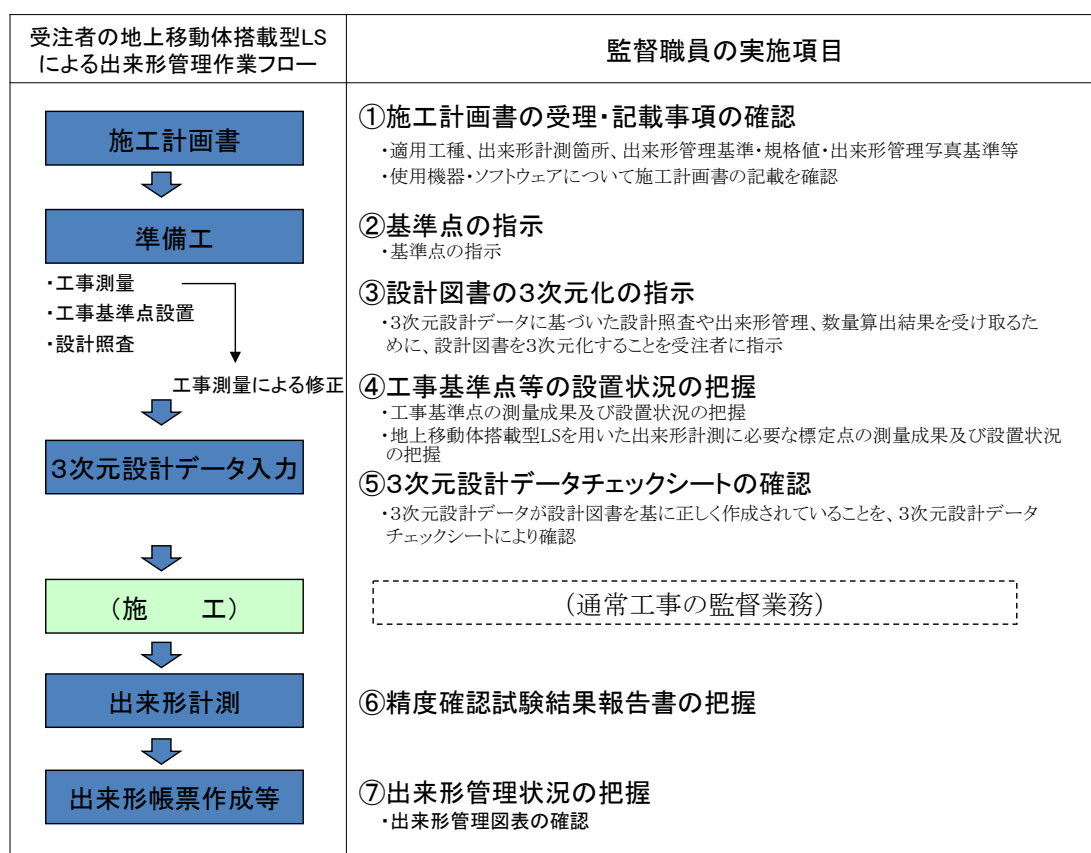
本要領の対象範囲は、3次元設計データを活用した地上移動体搭載型LSを用いた舗装工事における出来形管理を対象とする。

4. 用語の説明

用語の説明の内容は、参考資料－4に示す。

5. 監督職員の実施項目

本要領を適用した地上移動体搭載型LSを用いた出来形管理についての監督職員の実施項目は、以下の項目とする。



図－1 監督職員の実施項目

<本施工前及び工事施工中>

5-1 施工計画書の受理・記載事項の確認

受注者から提出された施工計画書の記載内容及び添付資料をもとに、下記の事項について確認を行う。

1) 適用工種の確認

地上移動体搭載型LSによる出来形管理を実施する工種について表－1の適用工種に該当していることを確認する。

表－1 適用工種

編	章 節		条 (工 種)
第3編 土木工事 共通編	第2章 一般施工	第6節 一般舗装工	7条 (アスファルト舗装工) ※1 8条 (半たわみ性舗装工) ※1 9条 (排水性舗装工) ※1 10条 (透水性舗装工) ※1 11条 (ガスアスファルト舗装工) 12条 (コンクリート舗装工) ※1
第6編 河川編	第1章 築堤・護岸	第11節 付帯道路工	5条 (アスファルト舗装工) ※1 6条 (コンクリート舗装工) ※1
	第2章 一般施工 第1章 築堤・護岸 第4章 水門	第18節 舗装工	5条 (アスファルト舗装工) ※1 6条 (半たわみ性舗装工) ※1 7条 (排水性舗装工) ※1 8条 (透水性舗装工) ※1 9条 (ガスアスファルト舗装工) 10条 (コンクリート舗装工) ※1
第7編 河川海岸編	第1章 堤防・護岸	第14節 付帯道路工	5条 (アスファルト舗装工) ※1 6条 (コンクリート舗装工) ※1
第8編 砂防編	第1章 砂防堰堤	第12節 付帯道路工 第4節 舗装工	5条 (アスファルト舗装工) ※1 6条 (コンクリート舗装工) ※1
第10編 道路編	第2章 舗装	第4節 舗装工	5条 (アスファルト舗装工) ※1 6条 (半たわみ性舗装工) ※1 7条 (排水性舗装工) ※1 8条 (透水性舗装工) ※1 9条 (ガスアスファルト舗装工) 10条 (コンクリート舗装工) ※1

※1 路盤工を含む。

2) 出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準等の確認

「写真管理基準(案)」に基づき記載されていることを確認する。

3) 使用機器・ソフトウェアの確認

出来形管理に使用する地上移動体搭載型LS本体及びソフトウェアについては、下記の項目及び方法で確認する。

①地上移動体搭載型LS本体

地上移動体搭載型LSの計測性能は近距離限定の機器、長距離計測対応の機器など多岐にわたる。また、測定精度に関する仕様の記載方法も標準化されていない。このため、本管理要領では、各システムの機器構成や性能を最大限に活用することを目的に、所定の要求精度を満たす計測可能範囲については、「3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）第3編 舗装工編」参考資料-5「地上移動体搭載型LSの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」にて確認する。

測定範囲内の鉛直精度：アスファルト舗装	
路床表面	±20mm 以内
下層路盤表面	±10mm 以内
上層路盤表面	±10mm 以内
基層・中間層表面	±4mm 以内
表層表面	±4mm 以内
コンクリート舗装	
路床表面	±20mm 以内
下層路盤表面	±10mm 以内
粒度調整路盤表面	±10mm 以内
セメント（石灰・瀝青）安定処理表面	±10mm 以内
アスファルト中間層表面	±4mm 以内
コンクリート舗装版表面	±4mm 以内
測定範囲内の平面精度：アスファルト舗装	
20mm 以内 （路床表面、下層路盤表面、上層路盤表面）	
10mm 以内 （基層・中間層表面、表層表面）	
コンクリート舗装	
20mm 以内 （路床表面、下層路盤表面、粒度調整路盤表面、 セメント（石灰・瀝青）安定処理表面）	
10mm 以内 （アスファルト中間層表面、 コンクリート舗装版表面）	
色データ：色データの取得が可能なが望ましい。	

※当該現場内で測定精度が最も不利となる位置付近で1m²以下の検査面・検証点で上記の測定精度を満たすこと。

測定精度	精度確認については、「地上移動体搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領（舗装工事編）（案）」参考資料－4「地上移動体搭載型LSの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」に示す現場精度確認の記録により確認する。（本監督検査要領 参考資料－3）
精度管理 （地上移動体搭載型LS本体）	地上移動体搭載型LSを製造するメーカーが推奨する定期点検を実施し、その有効期限内であることを示す記録を添付する。あるいは、計測実施時の12ヶ月以内に実施した上記の試験結果報告（本監督検査要領 参考資料－3）を添付にかえることができる。

②使用するソフトウェア

地上移動体搭載型LSで利用するソフトウェアが「3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）舗装工編」に必要となるソフトウェアであることを確認すること。

3次元設計データソフトウェア	施工計画書において使用するソフトウェア（ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン）を確認する。
点群処理ソフトウェア	
出来形帳票作成ソフトウェア	
出来高算出ソフトウェア	

5-2 基準点の指示

監督職員は、工事に使用する基準点を受注者に指示する。基準点は、4級基準点及び3級水準点（山間部では4級水準点を用いてもよい）、若しくはこれと同等以上のものは国土地理院が管理していなくても基準点として扱う。

5-3 設計図書の3次元化の指示

監督職員は、設計図書が2次元図面の場合、3次元設計データ（3次元の面的なデータ）に基づいた設計照査や出来形管理、数量算出結果を受け取るために、設計図書を3次元化することを受注者に指示する。

5-4 工事基準点等の設置状況の把握

監督職員は、受注者から工事基準点に関する測量成果を受理した段階で、工事基準点が、指示した基準点をもとにして設置したものであること、また、精度管理が適正に行われていることを把握する。

標定点を利用する場合は、指示した基準点あるいは工事基準点をもとにして設置したものであることを把握する。

5-5 3次元設計データチェックシートの確認

監督職員は、3次元設計データが設計図書を基に正しく作成されていることを、受注者が確認し提出された「3次元設計データチェックシート」により確認する。

標高較差で出来形管理を行う場合、目標高さが設計図を元に作成した各層の高さと異なる場合は、施工前に作成した3次元設計面に対する高さ（設計図を元に計算される高さ）からのオフセットにより目標高さを設定する必要がある。オフセット高さについては、受注者からの協議内容を確認のうえ指示する（工事打合せ簿）。オフセット高さとは、設計図書を元に作成した3次元形状に対して、出来形管理基準及び規格値の範囲内での施工誤差を考慮した場合の各層における施工前に作成した3次元設計面に対する高さとの差のことである。目標高さ（下図①）は、直下層の目標高さ（下図②）に直下層の出来形を踏まえて、設計厚さ以上の高さ（下図③）を加えて定めた計測対象面の高さ。

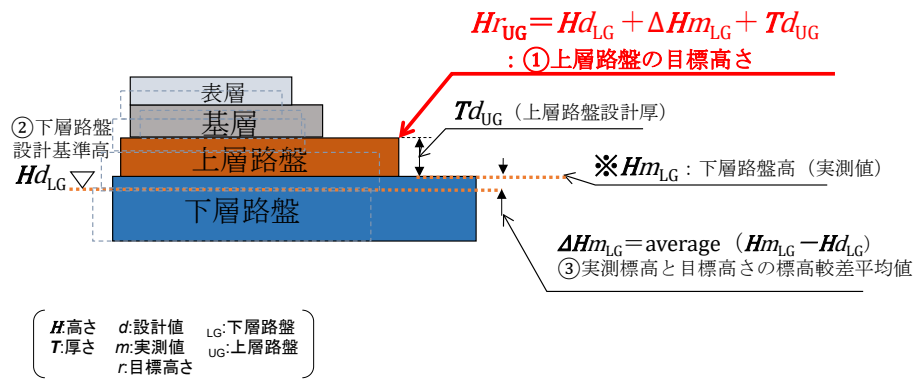


図-2 目標高さ (例: アスファルト舗装)

5-6 精度確認試験結果報告書の把握

監督職員は、受注者が実施（地上移動体搭載型LS計測の実施後に確認する）した地上移動体搭載型LSの測定精度に関する資料を受理した段階で、出来形管理に必要な測定精度を満たす結果であることを把握する（参考資料-3 精度確認試験結果）。

5-7 出来形管理状況の把握

監督職員は、受注者の実施した出来形管理結果（出来形管理図表）を用いて出来形管理状況を把握する。

6. 検査職員の実施項目

本要領を適用した出来形管理箇所における出来形検査の実施項目は、当面の間、下記に示すとおりである。

<工事検査時>

6-1 出来形計測に係わる書面検査

1) 地上移動体搭載型 L S を用いた出来形管理に係わる施工計画書の記載内容

施工計画書に記載された出来形管理方法について、監督職員が実施した「施工計画書の受理・記載事項の確認結果」を工事打合せ簿で確認する。

(施工計画書に記載すべき具体的な事項については、本要領「5-1 施工計画書の受理・記載事項の確認」項目を参照)

2) 設計図書の 3 次元化に係わる確認

設計図書の 3 次元化の実施について、工事打合せ簿で確認する。

3) 地上移動体搭載型 L S を用いた出来形管理に係わる工事基準点等の測量結果等

出来形管理に利用する工事基準点や標定点について、受注者から測量結果が提出されていることを、工事打合せ簿で確認する。

4) 3 次元設計データチェックシートの確認

3 次元設計データが設計図書（工事測量の結果、修正が必要な場合は修正後のデータ）を基に正しく作成されていることを受注者が確認した「3 次元設計データチェックシート」が、提出されていることを工事打合せ簿で確認する。標高較差で出来形管理を行う場合、目標高さが設計図を元に作成した各層の高さと異なる場合は、施工前に作成した 3 次元設計面に対する高さ（設計図を元に計算される高さ）からのオフセットにより目標高さを設定する必要がある。この場合、オフセット高さについて、工事打合せ簿で確認する。目標高さについては図-2 参照のこと。

5) 地上移動体搭載型 L S を用いた出来形管理に係わる精度確認試験結果報告書の確認

地上移動体搭載型 L S を用いた出来形計測が適正な測定精度を満たしているかについて、受注者が確認した「精度確認試験結果報告書」が、提出されていることを工事打合せ簿で確認する。

6) 地上移動体搭載型 L S を用いた出来形管理に係わる「出来形管理図表」の確認

出来形管理図表について、出来形管理基準に定められた測定項目、測定頻度並びに規格値を満足しているか否かを確認する。

バラツキについては、各測定値の設計との離れの規格値に対する割合をプロットした分布図の凡例に従い判定する。

(※) 出来形管理要領によれば、分布図が具備すべき情報としては、以下のとおりとする。

- ・離れの計算結果の規格値に対する割合を示すヒートマップとして-100%～+100%の範囲で出来形評価用データのポイント毎に結果示す色をプロットするとともに、色の凡例を明示
- ・±50%の前後、±80%の前後が区別できるように別の色で明示
- ・規格値の範囲外については、-100%～+100%の範囲とは別の色で明示
- ・発注者の求めに応じて規格値の 50%以内に収まっている計測点の個数、規格値の 80%以内に収まっている計測点の個数について図中の任意の箇所に明示できることが望ましい。
- ・規格値が正負いずれかしか設定されていない工種についても、正負を逆転した側にも規格値が存在するものとして表示することが望ましい。

7) 品質管理及び出来形管理写真の確認

「7-2 品質管理及び出来形管理写真基準」に基づいて撮影されていることを確認する。

8) 電子成果品の確認

出来形管理や数量算出の結果等の工事書類が、「工事完成図書の電子納品等要領」で定める「ICON」フォルダに格納されていることを確認する。

電子成果品	<ul style="list-style-type: none"> ・ 3次元設計データ (LandXML等のオリジナルデータ (TIN)) ・ 出来形管理資料 (出来形管理図表 (PDF) または、ビュー付き3次元データ) ・ 地上移動体搭載型LSによる出来形評価用データ (CSV、LandXML、LAS等のポイントファイル) ・ 地上移動体搭載型LSによる出来形計測データ (LandXML等のオリジナルデータ (TIN)) ・ 地上移動体搭載型LSによる計測点群データ (CSV、LandXML、LAS等のポイントファイル) ・ 工事基準点 (CSV、LandXML、SIMA等のポイントファイル)
-------	--

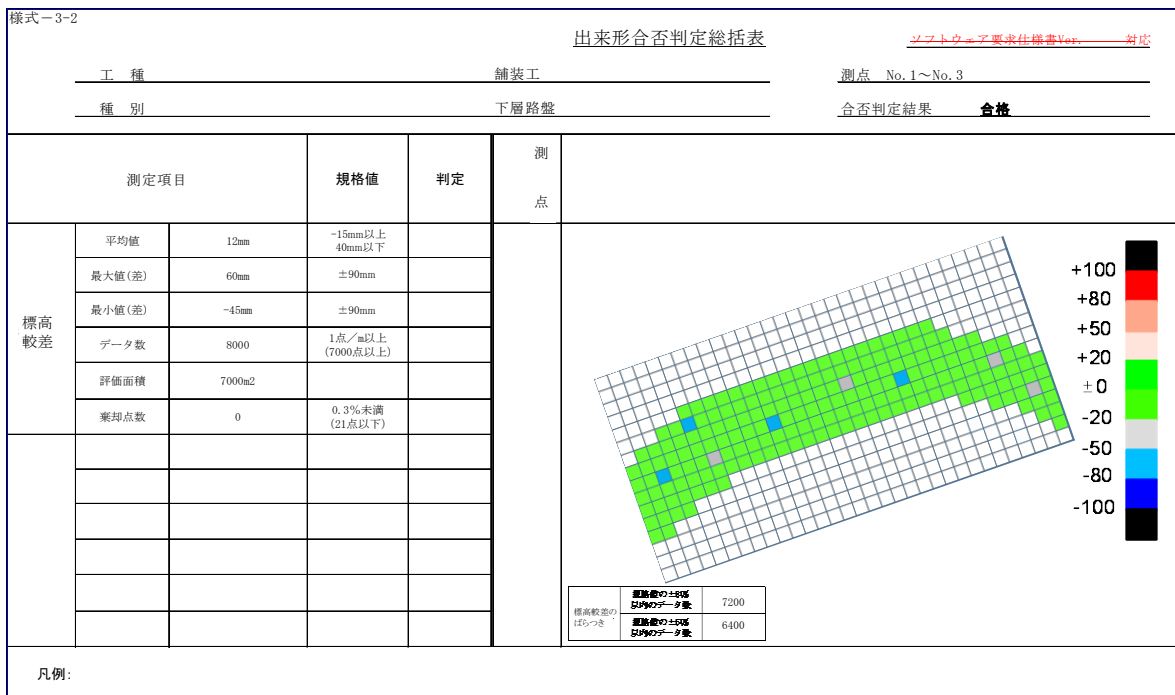


図-3 作成帳票例 (出来形管理図表)

6-2 出来形計測に係わる実地検査

検査職員は、施工管理データが搭載された出来形管理用 T S 等を用いて、現地で自らが指定した箇所の出来形計測を行い、3次元設計データの目標高さの実測値との標高差あるいは、設計厚さと実測厚さとの差が規格値内であるかを検査する。（ただし、出来形帳票作成ソフトウェアの機能要求仕様書が配出され、計測データの改ざん防止や信憑性の確認可能なソフトウェアが現場導入されるまで期間とする）。

検査頻度は表-2 検査頻度のとおりとする。（ここでいう断面とは厳格に管理断面を指すものではなく、概ね同一断面上の数か所の標高を計測することを想定している。） T S 等を用いた実測値の計測は、1回の計測結果あるいは、複数回の計測結果を用いて算出してもよい。

なお、「7-1 出来形管理基準及び規格値」に示す基準を適用できない場合は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」に示される従来の出来形管理基準及び規格値によることができる。

表-2 検査頻度

工種	計測箇所	確認内容	検査頻度
舗装工	検査職員が指定する任意の箇所	基準高、厚さあるいは標高較差	1工事につき1断面

※基準高は、設計図書に表層の基準高が規定されている場合に実施

※厚さは、同一平面における直下層の高さとの差

※標高較差は、3次元設計データの設計面と実測値との標高差

7. 管理基準及び規格値等

7-1 出来形管理基準及び規格値

出来形管理基準及び規格値は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」のうち面管理の場合に定められたものとし、測定値はすべて規格値を満足しなくてはならない。

なお、管理基準及び規格値に関する留意点としては、以下の項目がある。

- ①出来形管理基準及び規格値に示される「個々の計測値」は、すべての測定値が規格値を満足しなくてはならない。本管理要領におけるすべての測定値が規格値を満足するとは、出来形評価用データのうち、99.7%が「個々の計測値」の規格値を満たすものをいう。

7-2 品質管理及び出来形管理写真基準

本要領に関する工事写真の撮影は、「写真管理基準（案）」に定められたものとする。

なお、撮影の留意点としては、以下の項目がある。

- ①出来形管理状況の写真は、地上移動体搭載型LSの設置状況が分かるものとする。
- ②被写体として写しこむ小黑板については、工事名・工種等・出来形計測点（測点・箇所）を記述し、設計寸法・実測寸法・略図については省略してよい。



図－4 写真撮影例

参 考 資 料

参考資料－1 通常工事と「地上移動体搭載型LSを用いた出来形管理」の監督・検査の相違点比較一覧(舗装工事編)

参考資料－2 3次元設計データチェックシート

参考資料－3 精度確認試験結果報告書

参考資料－4 用語の説明

参考資料－5 地上移動体搭載型LSを用いた出来形管理の活用により期待される機能と導入効果

参考資料－1 通常工事と「地上移動体搭載型LSを用いた出来形管理」の監督・検査の相違点比較一覧（舗装工事編）

【監督関係】

項目	通常工事における監督・検査基準等	地上移動体搭載型LSを用いた出来形管理の監督・検査要領	備考
1. 施工計画書の受理		要領5-1 施工計画書の受理・記載事項の確認 ①適用工種の確認 ②出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準等の確認 ③使用機器・ソフトウェアの確認	・地上移動体搭載型LSを用いた出来形管理に関する記載事項を確認する。
2. 監督職員の確認事項		要領5-3 設計図書の3次元化の指示 ①設計図書の3次元化の指示	・3次元設計データに基づいた設計照査や出来形管理、数量算出結果を受け取るために、設計図書を3次元化することを受注者に指示する。
		要領5-4 工事基準点等の設置状況の把握 ①標定点の設置状況の把握	・標定点を利用する場合は、指示した基準点をもとにして設置したものであること、また、精度管理が適正に行われていることを把握する。
		要領5-5 3次元設計データチェックシートの確認 ①3次元設計データチェックシートの確認	・3次元設計データが設計図書を基に正しく作成されていることを、受注者が確認した「3次元設計データチェックシート」により確認する。
		要領5-6 精度確認試験結果報告書の把握 ①精度確認試験結果の把握	・地上移動体搭載型LSを用いた計測結果が適正な計測精度を満たしているかについて、受注者が実施した「精度確認試験結果報告書」を把握する。
		要領5-7 出来形管理状況の把握 ①地上移動体搭載型LSによる出来形管理結果（出来形管理図表）による出来形管理状況の把握	・出来形管理図を確認し、出来形管理状況を把握する。

【検査関係】

項目	通常工事における監督・検査基準等	地上移動体搭載型LSを用いた出来形管理の監督・検査要領	備考																						
1. 出来形管理に関わる資料検査		要領6-1-2) 設計図書の3次元化に係わる確認 ・設計図書の3次元化の実施について、工事打合せ簿により確認	・3次元設計データに基づいた設計照査や出来形管理、数量算出結果を受け取るために、設計図書の3次元化の実施について工事打合せ簿で確認する。																						
		要領6-1-3) 地上移動体搭載型LSを用いた出来形管理に係わる工事基準点等の測量結果等 ・地上移動体搭載型LSを用いた計測に利用する標定点の測量成果が提出されていることを工事打合せ簿により確認	・地上移動体搭載型LSを用いた計測に標定点を利用する場合は、受注者から測量結果が提出されていることを工事打合せ簿で確認する。																						
		要領6-1-4) 3次元設計データチェックシートの確認 ・「3次元設計データチェックシート」が提出され、監督職員が確認していることを、工事打合せ簿により確認	・地上移動体搭載型LSを用いた出来形管理では、監督職員による「3次元設計データチェックシート」の確認を工事打合せ簿で確認する。																						
		要領6-1-5) TLSを用いた出来形管理に係わる精度確認試験結果報告書の確認 ・「精度確認試験結果報告書」が提出されていることを工事打合せ簿により確認	・地上移動体搭載型LSを用いた計測結果が適正な計測精度を満たしているかについて、受注者から「精度確認試験結果報告書」が提出されていることを工事打合せ簿で確認する。																						
	品質管理及び出来形管理写真基準	要領6-1-8) 電子成果品の確認 ・出来形管理や数量算出の結果等の電子成果品が提出され、「工事成品図書」の電子納品等要領で定める「ICON」フォルダに格納されていることを確認	・成果品は、出来形計測データ、3次元設計データ、計測点群データ、工事基準点および標定点データ、出来形管理資料である。																						
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">工種</th> <th colspan="3">写真管理項目</th> </tr> <tr> <th>撮影項目</th> <th>撮影頻度[時期]</th> <th>提出頻度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>アスファルト舗装工（下層路盤工、上層路盤工）…その他</td> <td>幅</td> <td>各層毎90mに1回[修正後]</td> <td>代表箇所各1枚</td> </tr> </tbody> </table>	工種	写真管理項目			撮影項目	撮影頻度[時期]	提出頻度	アスファルト舗装工（下層路盤工、上層路盤工）…その他	幅	各層毎90mに1回[修正後]	代表箇所各1枚	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">工種</th> <th colspan="3">写真管理項目</th> </tr> <tr> <th>撮影項目</th> <th>撮影頻度[時期]</th> <th>提出頻度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>アスファルト舗装工（下層路盤工、上層路盤工）…その他</td> <td>標高較差または、厚さ※</td> <td>各層毎1工事に1回[修正後]</td> <td>代表箇所各1枚</td> </tr> </tbody> </table> <p>※上記の表における撮影項目以外に必要な場合は、「写真管理基準(案)」(国土交通省各地方整備局)に準拠する。</p>	工種	写真管理項目			撮影項目	撮影頻度[時期]	提出頻度	アスファルト舗装工（下層路盤工、上層路盤工）…その他	標高較差または、厚さ※	各層毎1工事に1回[修正後]	代表箇所各1枚	・地上移動体搭載型LSによる出来形の計測データは、連続的の相関を持ったデータかつ、施工全体の面的なデータであることから、最小限の確認を行うことで精度検証が可能のため、写真管理箇所を低減している。
工種	写真管理項目																								
	撮影項目	撮影頻度[時期]	提出頻度																						
アスファルト舗装工（下層路盤工、上層路盤工）…その他	幅	各層毎90mに1回[修正後]	代表箇所各1枚																						
工種	写真管理項目																								
	撮影項目	撮影頻度[時期]	提出頻度																						
アスファルト舗装工（下層路盤工、上層路盤工）…その他	標高較差または、厚さ※	各層毎1工事に1回[修正後]	代表箇所各1枚																						
2. 実地検査	地方整備局土木工事検査技術基準(案)別表第2出来形寸法検査基準 ・メジャー等により実測による確認	要領6-2 出来形計測に係わる実地検査 ・TS等による計測により確認	・地上移動体搭載型LSによる出来形の計測データは、連続的の相関を持ったデータかつ、施工全体の面的なデータであることから、実地頻度を低減している。																						
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">工種</th> <th rowspan="2">検査内容</th> <th colspan="2">検査密度</th> </tr> <tr> <th>検査箇所</th> <th>確認内容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>一般舗装工</td> <td>舗装工</td> <td>基準高、幅、厚さ</td> <td>厚さあるいは目標高さ と実測値との鉛直較差</td> </tr> </tbody> </table> <p>基準高、幅は200mにつき1箇所以上(ただし、施工延長200m以下の場合は2箇所以上)、厚さは、施工面積10,000㎡につき1箇所以上コアーにより検査(ただし、施工面積10,000㎡以下の場合は2箇所以上)</p>	工種	検査内容	検査密度		検査箇所	確認内容	一般舗装工	舗装工	基準高、幅、厚さ	厚さあるいは目標高さ と実測値との鉛直較差	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">工種</th> <th rowspan="2">計測箇所</th> <th rowspan="2">確認内容</th> <th>検査頻度</th> </tr> <tr> <th>1工事に1管理断面</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>舗装工</td> <td>検査職員が指定する任意の箇所</td> <td>厚さあるいは目標高さ と実測値との鉛直較差</td> <td>1工事に1管理断面</td> </tr> </tbody> </table>	工種	計測箇所	確認内容	検査頻度	1工事に1管理断面	舗装工	検査職員が指定する任意の箇所	厚さあるいは目標高さ と実測値との鉛直較差	1工事に1管理断面				
工種	検査内容			検査密度																					
		検査箇所	確認内容																						
一般舗装工	舗装工	基準高、幅、厚さ	厚さあるいは目標高さ と実測値との鉛直較差																						
工種	計測箇所	確認内容	検査頻度																						
			1工事に1管理断面																						
舗装工	検査職員が指定する任意の箇所	厚さあるいは目標高さ と実測値との鉛直較差	1工事に1管理断面																						

参考資料－２ ３次元設計データチェックシート

(様式－１)

令和 年 月 日

工 事 名： _____

受 注 者 名： _____

作 成 名： _____ 印

３次元設計データチェックシート

項目	対象	内容	チェック結果
1) 基準点及び 工事基準点	全点	・ 監督職員の指示した基準点を使用しているか？	
		・ 工事基準点の名称は正しいか？	
		・ 座標は正しいか？	
2) 平面線形	全延長	・ 起終点の座標は正しいか？	
		・ 変化点（線形主要点）の座標は正しいか？	
		・ 曲線要素の種別・数値は正しいか？	
		・ 各測点の座標は正しいか？	
3) 縦断線形	全延長	・ 線形起終点の測点、標高は正しいか？	
		・ 縦断変化点の測点、標高は正しいか？	
		・ 曲線要素は正しいか？	
4) 出来形横断面 形状	全延長	・ 作成した出来形横断面形状の測点、数は適切か？	
		・ 基準高、幅、法長は正しいか？	
5) ３次元設計 データ	全延長	・ 入力した 2) ～ 4) の幾何形状と出力する 3 次元設計データは同一となっているか？	

※1 各チェック項目について、チェック結果欄に“○”と記すこと。

※2 該当項目のデータ入力が無い場合は、チェック結果欄に“－”と記すこと。

参考資料－3 精度確認試験結果報告書

精度確認試験結果報告書

計測実施日：令和2年3月2日

機器の所有・試験者あるいは精度管理担当者：(株)〇〇測量

精度 次郎 印

(1) 試験概要 (a. 自動追尾式 TS との連動 LS の例)

<p>精度確認の対象機器</p> <p>メーカー : (株)ABC</p> <p>装置名称 :</p> <p>主要構成機器 :</p> <p>(□添付様式－1に記載のとおり)</p>	
<p>検証機器 (真値を計測する測定機器)</p> <p>①検証面の高さ</p> <p>レベル :</p> <p>(□検定済み)</p> <p>②検証面および検証点の平面座標</p> <p>TS :</p> <p>(□検定済み)</p>	 
<p>測定記録</p> <p>測定期日：令和2年2月16日</p> <p>測定条件：天候 晴れ</p> <p>気温 12℃</p> <p>測定場所：(一社)〇〇</p> <p>構内試験ヤードにて</p> <p>検証機器と既知点の距離：約〇〇m</p>	 
<p>精度確認方法</p> <p>地上移動体搭載型LSと真値座標の較差</p>	

精度確認試験結果報告書

計測実施日：令和2年3月2日

機器の所有・試験者あるいは精度管理担当者：(株)〇〇測量

精度 次郎 印

(1) 試験概要 (b. モービルマッピングシステムの例)

<p>精度確認の対象機器</p> <p>メーカー : (株)ABC</p> <p>装置名称 :</p> <p>主要構成機器 :</p> <p>(<input type="checkbox"/>添付様式-1に記載のとおり)</p>	<p>写真</p> 
<p>検証機器 (真値を計測する測定機器)</p> <p>①検証面の高さ</p> <p>レベル :</p> <p>(<input type="checkbox"/>検定済み)</p> <p>②検証面および検証点の平面座標</p> <p>TS :</p> <p>(<input type="checkbox"/>検定済み)</p>	<p>写真</p> 
<p>測定記録</p> <p>測定期日：令和2年2月16日</p> <p>測定条件：天候 晴れ</p> <p>気温 12℃</p> <p>測定場所：(一社)〇〇</p> <p>構内試験ヤードにて</p> <p>検証機器と既知点の距離：約〇〇m</p>	<p>写真</p> 
<p>精度確認方法</p> <p>地上移動体搭載型LSと真値座標の較差</p>	<p>写真</p>

(2) 試験条件 (a. 自動追尾式 TS との連動 LS の例)

現場での計測条件は本試験で確認する条件の範囲内とする。

①計測幅および計測範囲の条件

※地上移動体搭載型 LS を用いた計測において、要求精度に対して最も不利となる条件を設定すること。

本システムは、地上移動体に搭載した LS にて進行方向に対して横向きにレーザー計測を行う。また、自己位置と方位は自動追尾 TS と IMU の組合せにより求める。

このことから、本システムでは自動追尾 TS から最大距離 (条件 1)、進行方向に向かって横断方向の最大有効幅 (条件 2) によっては、最も計測精度が不利となる。

現場計測においても、本条件の範囲内で計測を行う。

<条件 1 >

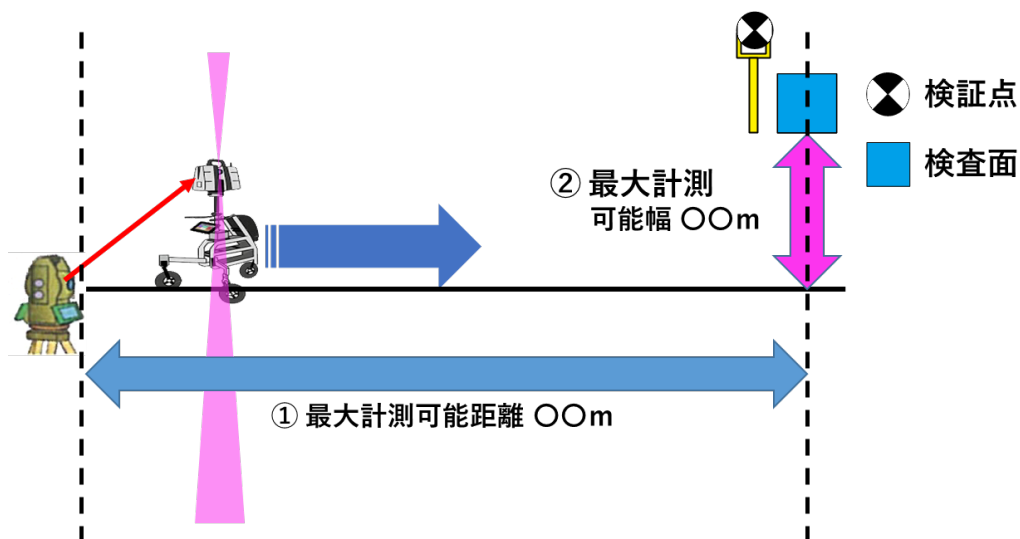
- 本システムは、自動追尾式 TS による自己位置と IMU による方位推定から対象路面の座標値を求める仕組みである。計測精度が最も低下する条件は、自動追尾式 TS から最も距離が遠くなる位置である。

要求精度 (鉛直 ±4mm、水平 10mm) に対しては最大計測可能距離 ○○m 以内とする。

<条件 2 >

- 本システムは舗装面への入射角が小さくなるほど精度が低下する傾向がある。
- このため本体から、真横方向で所定の測定精度が得られる計測時の最大幅の位置に検査面を設置する。

要求精度 (鉛直 ±4mm、水平 10mm) に対しては移動体の真横方向に対して最大計測幅 ○○m 以内とする。



精度確認試験における確認の範囲

※システムの構成や計測の仕組みに応じて、要求精度に対して最も不利になる条件を設定すること。

(2) 試験条件 (b. モービルマッピングシステムの例)

現場での計測条件は本試験で確認する条件の範囲内とする。

①計測幅および計測範囲の条件

※地上移動体搭載型LSを用いた計測において、要求精度に対して最も不利となる条件を設定すること。

本システムは、車載したLSにて進行方向に対して横向きにレーザー計測を行う。また、自己位置と方位はGNSSとIMUの組合せにより求める。

このことから、本システムでは、計測結果の水平位置、標高を調整するための標定点の設置間隔(条件1)および進行方向に向かって横断方向の最大有効幅(条件2)、進行方向の走行速度(条件3)によっては、最も計測精度が不利となる。

現場計測において本条件の範囲内で計測を行う。

<条件1>

- 本システムは水平位置、標高を調整するための標定点において、GNSS衛星の受信数やDOP値などを参照してGNSS衛星の受信障害がない場合を条件に現場状況に応じて適切な間隔で配置する。

要求精度(鉛直±4mm、水平10mm)に対しては、○mに2点以上設置する。

<条件2>

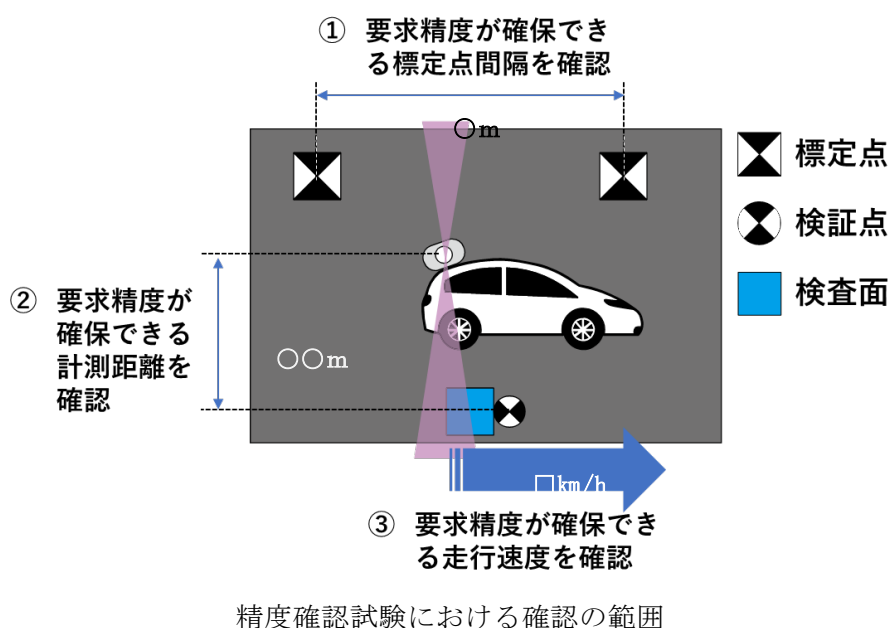
- 本システムは計測面への入射角が小さくなるほど精度が低下する傾向がある。また、距離に応じて点群密度も荒くなる。

要求精度(鉛直±4mm、水平10mm)に対しては、移動体の真横方向に対して最大計測可能幅○○m以内とする。

<条件3>

- 本システムは、車の走行速度が速いほど進行方向の点群密度が荒くなる。

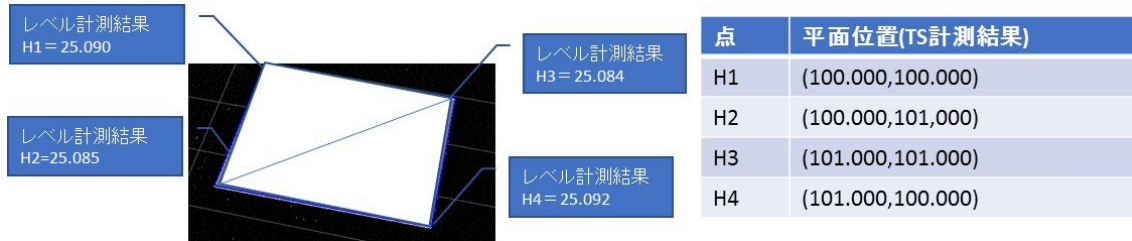
要求精度(鉛直±4mm、水平10mm)に対しては、時速□km/hで走行する。



※システムの構成や計測の仕組みに応じて、要求精度に対して最も不利になる条件を設定すること

(3) 精度確認結果

①検査面の計測結果

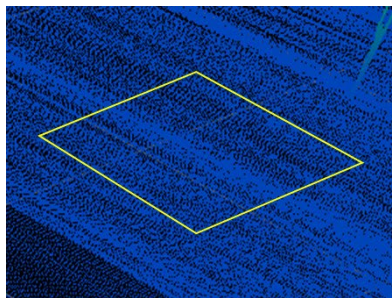


②検証点の計測結果

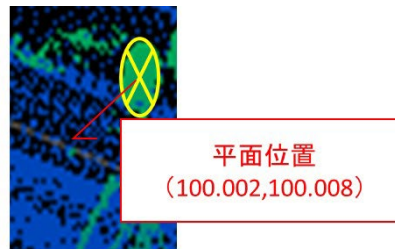
	平面位置 (TS計測結果)
検証点の真値	(100.000,100.000)

③地上移動体搭載型LSによる計測結果

検査面の結果



検証点の結果



④差の確認

検査面の結果



検証点の結果

	平面位置	判定基準	合否
検証点の真値	(100.000,100.000)		
地上移動体搭載型LSの結果	(100.002,100.008) $R^2=2^2+8^2$ R=8.25	距離差10mm以下	合格

参考資料－４ 用語の説明

本要領で使用する用語を以下に解説する。

【地上移動体搭載型 L S】

地上移動体搭載型 L S (Laser Scanner) 本体は、現場の面的な出来形座標を取得する装置 (システム) で、L S 本体から計測対象までの相対的な位置と L S 本体の位置及び姿勢を組合せて観測した結果を 3 次元座標値の点群データとして変換する技術である。

【T S】

トータルステーション (Total Station) の略。1 台の機械で角度 (鉛直角・水平角) と距離を同時に測定することができる電子式測距測角儀のことである。計測した角度と距離から未知点の座標計算を瞬時に行うことができ、計測データの記録及び外部機器への出力ができる。標定点、検証点の座標取得、及び実地検査に利用される。

【地上移動体搭載型 L S を用いた出来形管理】

地上移動体搭載型 L S を用いて被計測対象の 3 次元形状の取得を行うことで、出来形や数量を面的に算出、把握する管理方法である。

【レーザー入射角】

地上移動体搭載型 L S から発射されたレーザーと被計測対象の入射角を示す。レーザーの入射角が小さくなると測定精度が低下するなどの影響を及ぼす。また、計測距離が遠くなることによっても測定精度の低下を招く恐れがある。地上移動体搭載型 L S では、移動体にレーザースキャナーを搭載して移動させることとで、路面との入射角が低下する条件を低減させることができる。

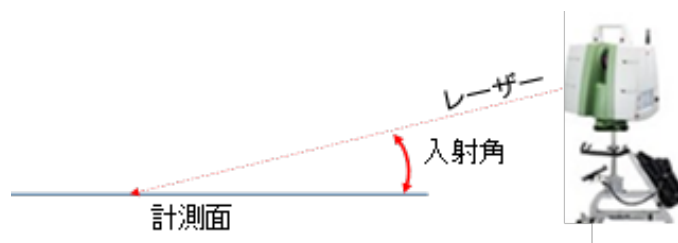


図 4-1 地上移動体搭載型 L S の位置と計測面との入射角

【3次元設計データ】

3次元設計データとは、道路中心線形または法線 (平面線形、縦断線形)、出来形横断面形状、工事基準点情報及び利用する座標系情報など設計図書に規定されている工事目的物の形状とともに、それらを T I N などの面データで出力したものである。

【T I N】

T I N (不等三角網) とは、Triangular Irregular Network の略。T I N は、地形や出来形形状などの表面形状を 3 次元座標の変化点標高データで補間する最も一般的なデジタルデータ構造である。T I N は、多くの点を 3 次元上の直線で繋いで三角形を構築するものである。T I N は、構造物を形成する表面形状の 3 次元座標の変化点で構成される。

【3次元設計データの構成要素】

3次元設計データの構成要素は、主に、平面線形、縦断線形、横断面形状であり、これらの構成要素は、設計成果の線形計算書、平面図、縦断図及び横断図から仕上がり形状を抜粋することで、必要な情報を取得することができる。3次元設計データは、これらの構成要素を用いて面的な補間計算を行い、TINで表現されたデータである。図に3次元設計データを作成するために必要な構成要素を示す。

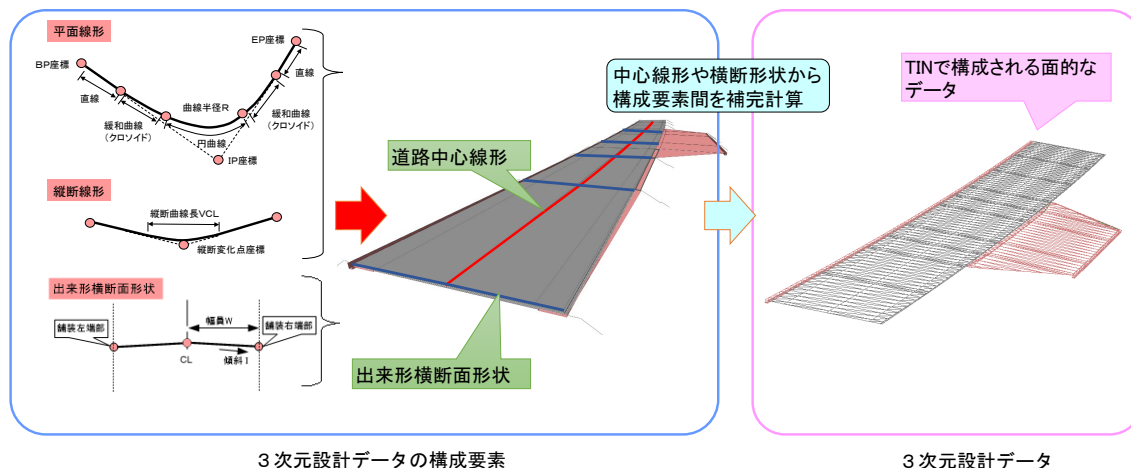


図 4-2 3次元設計データのイメージ（舗装工の場合）

【道路中心線形】

道路の基準となる線形のこと。平面線形と縦断線形で定義され、3次元設計データの構成要素の一つとなる。

【法線】

堤防、河道及び構造物等の平面的な位置を示す線のこと。平面線形と縦断線形で定義され、基本設計データの一要素となる。

【平面線形】

平面線形は、道路中心線形または法線を構成する要素の1つで、道路中心線形または法線の平面的な形状を表している。道路中心線形の場合、線形計算書に記載された幾何形状を表す数値データでモデル化している。平面線形の幾何要素は、道路中心線形の場合、直線、円曲線、緩和曲線（クロソイド）で構成され、それぞれ端部の平面座標、要素長、回転方向、曲線半径、クロソイドのパラメータで定義される。

【縦断線形】

縦断線形は、道路中心線形または法線を構成する要素の1つで、道路中心線形または法線の縦断的な形状を表している。縦断形状を表す数値データは縦断図に示されており、縦断線形の幾何要素は、道路中心線形の場合、縦断勾配変位点の起点からの距離と標高、勾配、縦断曲線長または縦断曲線の半径で定義される。

【出来形横断面形状】

平面線形に直交する断面での、舗装形状である。現行では、横断図として示されている。

【色データ】

デジタルカメラを併用することにより、地上移動体搭載型LSによる計測時に撮影した写真から計測点群データに色データを付与することができる。点データに色を付けることによって、計測対象物を目視により識別することが可能となり、点群処理時の不要点排除などの判断に有効である。ただし、色データを同時に取得できない装置もある。

【計測点群データ（ポイントファイル）】

地上移動体搭載型LSで計測した地形や地物を示す3次元座標値の計測点群データ。CSVやLAS、LandXMLなどで出力される点群処理ソフトウェアなどでのデータ処理前のポイントのデータである。

【出来形評価用データ（ポイントファイル）】

地上移動体搭載型LSで計測した計測点群データから不要な点を削除し、さらに出来形管理基準を満たす点密度に調整したポイントデータである。専ら出来形の評価と出来形管理資料に供する。

【出来形計測データ（TINファイル）】

地上移動体搭載型LSで計測した計測点群データから不要な点を削除し、不等三角網の面の集合体として出来形地形としての面を構築したデータのことをいう。数量算出に利用する。

【起工測量計測データ（TINファイル）】

地上移動体搭載型LSで計測した計測点群データから不要な点を削除し、不等三角網の面の集合体として着工前の地形としての面を構築したデータのことをいう。数量算出に利用する。

【出来形管理資料】

3次元設計データと出来形評価用データを用いて、設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れ等の出来形管理基準上の管理項目の計算結果（標高較差の平均値など）と出来形の良否の評価結果、及び設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れを表した分布図を整理した帳票、もしくは3次元モデルをいう。

【点群処理ソフトウェア】

地上移動体搭載型LSを用いて計測した3次元座標値の点群データから樹木や草木、建設機械や仮設備等の不要な点を除外するソフトウェアである。また、整理した3次元座標値の点群データを、さらに出来形管理基準を満たす点密度に調整したポイントデータ、及び当該点群にTINを配置し、3次元の出来形計測結果を出力するソフトウェアである。

【3次元設計データ作成ソフトウェア】

3次元設計データ作成ソフトウェアは、出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示す3次元設計データを作成、出力するソフトウェアである。

【出来形帳票作成ソフトウェア】

3次元設計データと出来形評価用データを入力することで、設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れの算出と良否の判定が行える情報を提供するとともに、計測結果を出来形管理資料として出力することができる。

【出来高算出ソフトウェア】

起工測量結果と、3次元設計データ作成ソフトウェアで作成した3次元設計データ、あるいは点群処理ソフトウェアで算出した出来形結果を用いて出来高を算出するソフトウェアである。

【オリジナルデータ】

使用するソフトウェアから出力できるデータのことで、使用するソフトウェア独自のファイル形式あるいは、オープンなデータ交換形式となる。例えば、LandXML は、2000 年 1 月に米国にて公開された土木・測量業界におけるオープンなデータ交換形式である。

【工事基準点】

監督職員より指示された基準点を基に、受注者が施工及び施工管理のために現場及びその周辺に設置する基準点をいう。

【標定点】

地上移動体搭載型 L S で計測した相対形状を 3 次元座標に変換する際に用いる座標点である。基準点あるいは工事基準点と対応付けするために、基準点あるいは工事基準点から T S 等によって測量する。

【検査面】

地上移動体搭載型 L S で計測した結果の鉛直方向の精度確認を行うための検査面である。検査面は、実現場において最も測定精度が低下する位置付近（「地上移動体搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領（舗装工事編）（案）」参考資料-4「地上移動体搭載型 L S の精度確認試験実施手順書および試験結果報告書」により設定される）の計測面上に 1m^2 （ $1\text{m}\times 1\text{m}$ メッシュ）に設定する。

【検証点】

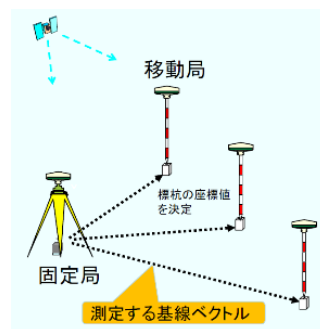
地上移動体搭載型 L S で計測した結果の平面方向の精度確認を行うための検証点である。検証点は、実現場において最も測定精度が低下する位置付近（「地上移動体搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領（舗装工事編）（案）」参考資料-4「地上移動体搭載型 L S の精度確認試験実施手順書および試験結果報告書」により設定される）に地上移動体搭載型 L S の計測結果から平面位置が特定できる物を用いることができる。

【GNSS（Global Navigation Satellite System／汎地球測位航法衛星システム）】

人工衛星からの信号を用いて位置を決定する衛星測位システムの総称。米国が運営する GPS 以外にも、ロシアで開発運用している GLONASS、ヨーロッパ連合で運用している Galileo、日本の準天頂衛星（みちびき）も運用されている。

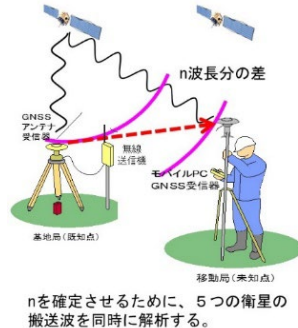
【キネマティック法】

キネマティック法とは、図のように GNSS 受信機を固定点に据付け（固定局）、他の 1 台を用いて他の観測点を移動（移動局）しながら、固定点と観測点の相対位置（基線ベクトル）を求める方法である。



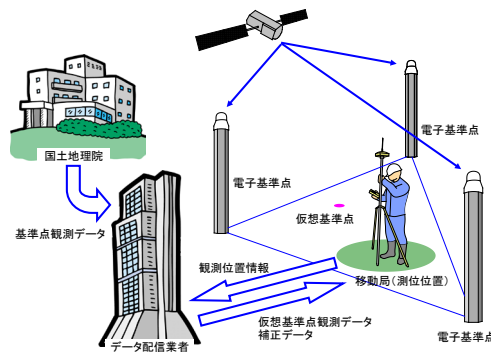
【RTK-GNSS】

RTKとは、リアルタイムキネマティックの略で、衛星測位から発信される搬送波を用いた計測手法である。既知点と移動局にGNSSのアンテナを設置し、既知点から移動局への基線ベクトル解析により、リアルタイムに移動局の座標を計算することができる。



【ネットワーク型RTK-GNSS】

ネットワーク型RTK-GNSSとは、3点以上の基準局（電子基準点）からのリアルタイムデータを利用し測位の補正を行う技術であり、基準局と移動局が離れていても、RTK法と同等の精度で観測できる。これにより、基準局と移動局間の距離の制限が無くなり、効率的に測量作業が行える。



【GNSSローバー】

ネットワーク型RTK法による単点観測法で用いるGNSS受信機を備えた計測機器。

【IMU】

IMU（慣性計測装置）とは、Inertial Measurement Unitの略。三軸の傾きと加速度を計測することにより、計測器の相対的な位置情報と姿勢を計測するものである。

【モバイル・マッピング・システム（MMS）】

MMSは、車両にGNSSアンテナ、レーザースキャナー、カメラなどの機器を搭載し、走行しながら道路や周辺の3次元座標データと画像データを取得できる車載型計測システムです。公共測量作業規程の準則では車載写真レーザ測量と規定されています。

参考資料－５ 地上移動体搭載型LSを用いた出来形管理の活用により期待される機能と導入効果

MLS：地上移動体搭載型LS

