

参考資料

設計データチェックシート

参考資料-1	3次元設計データチェックシート [Type-A]	1
参考資料-2	3次元設計データチェックシート [Type-B]	2
参考資料-3	3次元設計データチェックシート [Type-C]	3
参考資料-4	3次元設計データチェックシート [Type-D]	4
参考資料-5	3次元設計データチェックシート [Type-E]	5
参考資料-6	3次元設計データチェックシート [Type-F]	6
参考資料-7	基本設計データチェックシート [Type-A]	7
参考資料-8	基本設計データチェックシート [Type-B]	8
参考資料-9	地盤改良設計データチェックシート [Type-A]	9
参考資料-10	地盤改良設計データチェックシート [Type-B]	10
参考資料-11	基礎工設計データチェックシート	11
参考資料-12	ドレーン等設計データチェックシート	12

[illegible]

参考資料-1 3次元設計データチェックシート [Type-A]

(様式)

令和〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名 : _____
 受 注 者 名 : _____
 作 成 者 : _____ 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-2 3次元設計データチェックシート [Type-B]

(様式)

令和〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名 : _____

受 注 者 名 : _____

作 成 者 : _____ 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？	
		・ 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 3次元設計データチェックシート [Type-C]

(様式)

令和〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名 : _____
 受 注 者 名 : _____
 作 成 者 : _____ 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、高さなどの寸法は正しいか？	
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-4 3次元設計データチェックシート [Type-D]

(様式)

令和〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名 : _____

受 注 者 名 : _____

作 成 者 : _____ 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) 3次元設計 データ	全点	・ 入力した設計座標値と出力する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-5 3次元設計データチェックシート [Type-E]

(様式)

令和〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名 : _____
 受 注 者 名 : _____
 作 成 者 : _____ 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、深さは正しいか？	
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-6 3次元設計データチェックシート [Type-F]

(様式)

令和〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名 : _____
 受 注 者 名 : _____
 作 成 者 : _____ 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？	
		・ 横断方向を示す起終点の座標は正しいか？	
5) 目標座標	全点	・ 座標は正しいか？	
6) 3次元設計 データ	全延長	・ 入力した2)～5)の入力結果が出来形管理対象箇所 の3次元設計データとなっているか？ (工事全体との位置関係が正しいか)	

※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-7 基本設計データチェックシート [Type-A]

(様式)

令和〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名 : _____
 受 注 者 名 : _____
 作 成 者 : _____ 印

基本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？	
		・ 出来形計測対象点の記号が正しく付与できているか？	

※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-8 基本設計データチェックシート [Type-B]

(様式)

令和〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名 : _____

受 注 者 名 : _____

作 成 者 : _____ 印

基本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？	
		・幅・基準高は正しいか？	
		・出来形計測対象点の記号が正しく付与できているか？	

※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-9 地盤改良設計データチェックシート [Type-A]

(様式)

令和〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名 : _____

受 注 者 名 : _____

作 成 者 : _____ 印

地盤改良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) 平面図	全点	・地盤改良施工範囲は正しいか？	
		・区画割・管理ブロックの割付けは正しいか？	
		・管理ブロックの幅・奥行き・高さは正しいか？	
2) 縦断図	全点	・全ての区画割の深度（H）又は標高（z）は正しいか？	

※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-10 地盤改良設計データチェックシート [Type-B]

(様式)

令和〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名 : _____

受 注 者 名 : _____

作 成 者 : _____ 印

地盤改良設計データチェックシート

項目	内容	チェック 結果
1) 平面図	・杭芯位置 (x 座標, y 座標) (攪拌装置が多軸の場合は複数) は正しいか？	
2) 断面図	・改良体天端の標高又は施工基面からの計画深度・改良体底面の標高又は計画深度は正しいか？ ・施工基面の標高は正しいか？	
3) 杭径D	・設計データに入力した杭径Dは、設計攪拌径と合致しているか？ (固結工の場合) ・設計データに入力した杭径Dは、設計砂杭径と合致しているか？ (サンドコンパクションパイル工の場合)	

※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-11 基礎工設計データチェックシート

(様式)

令和〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名 : _____

受 注 者 名 : _____

作 成 者 : _____ 印

基礎工設計データチェックシート

項目	内容	チェック 結果
1) 平面図	・ 設計データの杭芯位置は、設計図書に示される杭芯位置と合致しているか？	
2) 断面図	・ 杭・矢板天端の設計標高は正しいか？ ・ 施工基面の標高は正しいか？	

※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-12 ドレーン等設計データチェックシート

(様式)

令和〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名 : _____

受 注 者 名 : _____

作 成 者 : _____ 印

ドレーン等設計データチェックシート

項目	内容	チェック 結果
1) 平面図	・ドレーン等の打設位置 (x 座標, y 座標) は正しいか？	
2) 断面図	・ドレーン等先端の標高又は施工基面からの計画深度は正しいか？ ・施工基面の標高は正しいか？	

※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

精度確認・出来形算出ガイド

(このページは両面印刷を想定した余白ページです)

第1編 土工編 目次

第1編 土工編.....	1-1
参考資料-1 空中写真測量（UAV）の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書.....	1-1
参考資料-2 TLSの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書.....	1-7
参考資料-3 地上移動体搭載型LSの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書..	1-11
参考資料-4 UAVレーザーの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書.....	1-32
参考資料-5 TS（ノンプリズム方式）の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書	1-37
参考資料-6 国土地理院で規定がないTS等光波方式の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書.....	1-41
参考資料-7 高さ補正機能付きRTK-GNSS測量機の精度確認ガイドライン及びチェックシート.....	1-43
参考資料-8 GNSSの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書.....	1-45
参考資料-9 GNSSによる観測値の点検手順書及び点検記録簿.....	1-48
参考資料-10 施工履歴データの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書.....	1-51
参考資料-11 地上写真測量の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書.....	1-62
参考資料-12 断面管理にRTK-GNSSを用いる場合の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書.....	1-65
参考資料-13 傾斜補正機能付きプリズムの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書	1-67
参考資料-14 地上移動体搭載型プリズムの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書..	1-69
参考資料-15 GNSS-TLSの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書.....	1-72
参考資料-16 法面整形工における出来形算出ガイド.....	1-75

第2編 舗装工編 目次

第2編 舗装工編.....	2-1
参考資料-1 T L S の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書.....	2-1
参考資料-2 地上移動体搭載型 L S の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書 ...	2-8
参考資料-3 T S （ノンプリズム方式）の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書	2-21
参考資料-4 国土地理院で規定がない T S 等光波方式の事前精度確認試験実施手順書及び試験結 果報告書.....	2-26
参考資料-5 路盤工の“厚さ”を“標高較差”で管理する方法.....	2-29
参考資料-6 計測点群データを用いた平坦性算出.....	2-30
参考資料-7 傾斜補正機能付きプリズムの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書	2-31
参考資料-8 地上移動体搭載型プリズムの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書	2-34

第3編 路面切削工編 目次

第3編 路面切削工編.....	3-1
参考資料-1 施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書.....	3-1
参考資料-2 国土地理院で規定がないTS等光波方式の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書.....	3-5
参考資料-3 地上写真測量の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書.....	3-8
参考資料-4 切削オーバーレイ工の“厚さ”を“基準高”で代替し管理する方法.....	3-9

第4編 河川浚渫工編 目次

第4編 河川浚渫工編	4-1
参考資料-1 音響測深機器の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書	4-1
参考資料-2 施工履歴データの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書	4-12

第5編 付帯構造物設置工編 目次

第5編 付帯構造物工編.....	5-1
参考資料-1 国土地理院で規定がないT S等光波方式の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書.....	5-1
参考資料-2 付帯構造物設置工における出来形算出ガイド.....	5-3

第6編 表層安定処理等・固結工（中層混合処理）編 目次

第6編 表層安定処理等・固結工（中層混合処理）編	6-1
参考資料-1 施工履歴データの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書	6-1

第7編 固結工（スラリー攪拌工）・バーチカルドレーン工
・サンドコンパクションパイル工編 目次

第7編 固結工（スラリー攪拌工）・バーチカルドレーン工・サンドコンパクションパイル工編 7-1

参考資料-1 施工履歴データの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書（固結工の場合）	7-1
参考資料-2 地中貫入を行っての深さ計測値のキャリブレーション結果報告書（固結工の場合）	7-5
参考資料-3 施工履歴データの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書（バーチカルドレーン工の場合）	7-6
参考資料-4 施工履歴データの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書（サンドコンパクションパイル工の場合）	7-10

第8編 法面工編 目次

第8編 法面工編.....	8-1
参考資料-1 法枠工における出来形算出ガイド.....	8-1
参考資料-2 ノンプリズムによる単点計測における出来形算出ガイド.....	8-4

第9編 トンネル工編 目次

第9編 トンネル工編.....	9-1
参考資料-1 ノンプリズムによる単点計測における出来形算出ガイド.....	9-1

第 10 編 基礎工（矢板工・既製杭工・場所打杭工・鋼管矢板基礎工）編 目次

第 10 編 基礎工（矢板工・既製杭工・場所打杭工・鋼管矢板基礎工）編	10-1
参考資料-1 基礎工（場所打杭）における出来形算出ガイド	10-1
参考資料-2 ノンプリズムによる単点計測における出来形算出ガイド	10-4

第 1 1 編 擁壁工編 目次

第 1 1 編 擁壁工編	1 1-1
参考資料-1 擁壁工における多点計測技術を用いた出来形算出ガイド	1 1-1
参考資料-2 擁壁工における単点計測技術を用いた出来形算出ガイド	1 1-5

第 1 2 編 構造物工（橋脚・橋台）編 目次

第 1 2 編 構造物工（橋脚・橋台）編	1 2-1
参考資料-1 構造物工における出来形算出ガイド	1 2-1
参考資料-2 出来形計測範囲の設定ガイド	1 2-10
参考資料-3 写真計測技術による性能確認試験結果報告書	1 2-11
参考資料-4 3次元計測技術による精度確認試験結果報告書	1 2-12

第 1 3 編 土工 (1,000m³ 未満)・床掘工・小規模土工・法面整形工編 目次

第 1 3 編 土工 (1,000m ³ 未満)・床掘工・小規模土工・法面整形工編	1 3-1
参考資料-1 小規模工事における出来形算出ガイド	1 3-1
参考資料-2 モバイル端末等を用いた計測技術の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書	1 3-2
参考資料-3 I C T 建機の刃先計測機能による 3 次元計測技術の精度確認試験実施手順書及び試 験結果報告書	1 3-11

第 1 4 編 構造物工（橋梁架設・床版）編 目次

第 1 4 編 構造物工（橋梁架設・床版）編	1 4-1
参考資料-1 構造物工における出来形算出ガイド	1 4-1

第 1 5 編 付帯道路施設工等編 目次

第 1 5 編 付帯道路施設工等編	1 5-1
参考資料-1 点群データを用いた寸法計測ガイド	1 5-1
参考資料-2 寸法計測の精度確認実施手順書及び試験結果報告書	1 5-2
参考資料-3 座標計測の精度確認実施手順書及び試験結果報告書	1 5-4
参考資料-4 付帯道路施設工等における出来形計測ガイド	1 5-6
参考資料-5 国土地理院で規定がない T S 等光波方式の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書	1 5-8
参考資料-6 高さ補正機能付き R T K - G N S S 測量機の精度確認ガイドライン及びチェックシート	1 5-10
参考資料-7 G N S S による観測値の点検手順書及び点検記録簿	1 5-12
参考資料-8 付帯道路施設工等の出来形管理に R T K - G N S S を用いる場合の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書	1 5-15
参考資料-9 T S (ノンプリズム方式) の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書	1 5-17

第 1 6 編 電線共同溝工編 目次

第 1 6 編 電線共同溝工編.....	1 6-1
参考資料-1 点群データを用いた寸法計測ガイド.....	1 6-1
参考資料-2 寸法計測の精度確認実施手順書及び試験結果報告書.....	1 6-2
参考資料-3 座標計測の精度確認実施手順書及び試験結果報告書.....	1 6-4
参考資料-4 電線共同溝工における出来形計測ガイド.....	1 6-6
参考資料-5 国土地理院で規定がない T S 等光波方式の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書.....	1 6-8
参考資料-6 T S (ノンプリズム方式) の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書.....	1 6-10
参考資料-7 高さ補正機能付き R T K - G N S S 測量機の精度確認ガイドライン及びチェックシート.....	1 6-14
参考資料-8 G N S S の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書.....	1 6-16
参考資料-9 G N S S による観測値の点検手順書及び点検記録簿.....	1 6-18

第 17 編 コンクリート堰堤工編 目次

第 17 編 コンクリート堰堤工編	17-1
参考資料-1 コンクリート堰堤工における多点計測技術を用いた出来形算出ガイド	17-1
参考資料-2 コンクリート堰堤工における単点計測技術を用いた出来形算出ガイド	17-4

(このページは両面印刷を想定した余白ページです)

第1編 土工編

参考資料-1 空中写真測量（UAV）の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

現場における空中写真測量（UAV）の測定精度を確認するために、現場に設置した2箇所以上の既知点を使用し、空中写真測量（UAV）から得られた計測点群データ上の検証点の座標と既知点座標を比較し精度確認試験を行う。比較方法には、以下の①、②のいずれかを用いる。SfM（Structure from Motion）の利用においてカメラ位置を直接計測できる手法を併用する場合は、標定点の設置は任意とすることができる。

【精度確認方法】

方法①：SfMで生成した点群から読み取った検証点の3次元座標を、TSで実測した3次元座標で比較する方法

方法②：SfMにより写真から点群を生成した後に、出力される処理レポートに記載の検証点誤差から精度を確認する方法

【測定精度】

各座標値の較差 x, y, z それぞれ $\pm 50\text{mm}$ 以内

【解説】

（1）計測方法

受注者は、利用する機器の特徴を十分に把握した上で、精度管理用の検証点を図のように、天端上に200m以内の間隔となるように設置する。計測範囲が狭い場合については、最低2箇所設置する。

各座標値の較差 空中写真測量による計測結果(X, Y, Z)－真値とする検証点の計測結果(X, Y, Z)

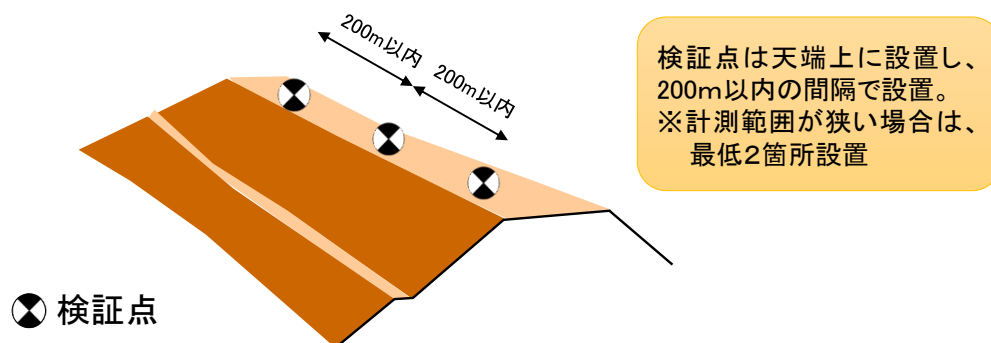


図1-1 精度確認試験の配置イメージ図

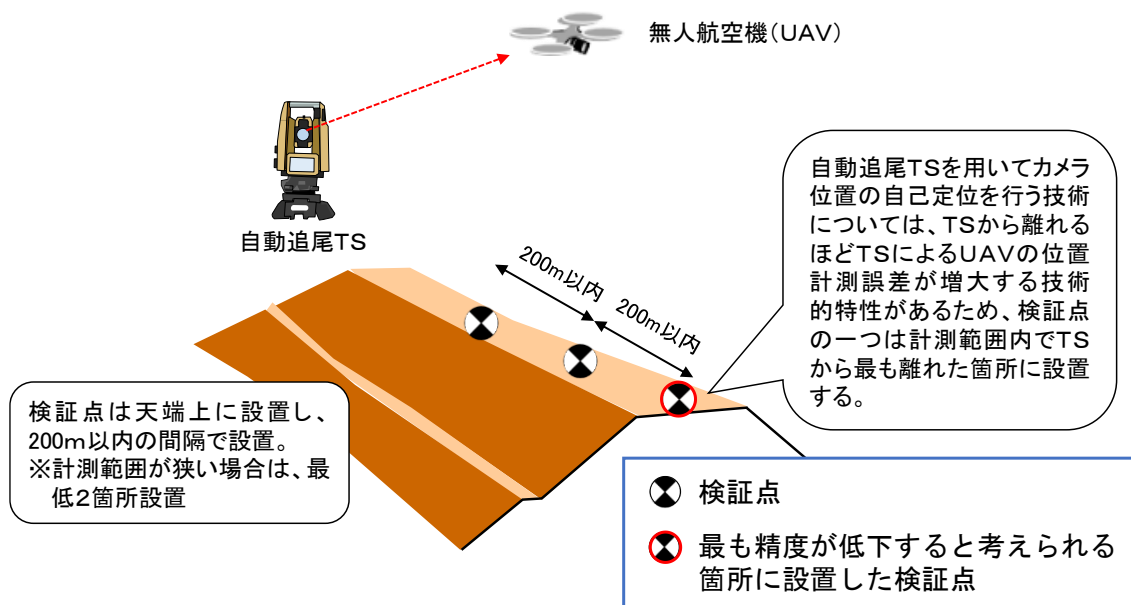


図1-2 精度確認試験の配置イメージ図（自動追尾TSを使用する場合）

ただし、カメラ位置を直接計測できる手法のうち、自動追尾TSを利用する場合は、計測範囲内でTSから最も離れた位置に、1点検証点を設置することとする。

（2）精度確認方法

1) 方法①：SfMで生成した点群から読み取った検証点の3次元座標とTSで実測した3次元座標を比較する方法

受注者は、設置した検証点における既知点の座標値（基準点あるいは、工事基準上などの既知点の座標値や、基準点及び工事基準点を用いてTSを用いて計測した座標値）と、空中写真測量（UAV）を用いて計測した結果から得られる検証点の座標値を比較し±50mm以内であることを確認する。

2) 方法②：SfMから出力される処理レポートで精度を確認する方法

SfMにより写真から点群を生成する処理を行う際に、設置した検証点の座標値をSfMに入力するとともに、写真上の当該検証点の位置を指定することで、検証点における点群座標の誤差を算出し、処理レポートとして出力する機能を有する場合は、処理レポートにより検証点の座標値の誤差が±50mm以内であることを確認する。

地上基準点



（検証点）

検証点座標の誤差が±50mm以内であるため、要求精度を満足している

ラベル	X 誤差(cm)	Y 誤差(cm)	Z 誤差(cm)	合成誤差 (cm)
Target 101	0.82089	2.6068	1.08433	2.94025
Target 102	0.725119	2.4294	0.611456	2.608
Target 103	0.143652	1.34031	0.00706828	1.348
Target 104	0.433623	0.753858	0.0228066	0.869972
二乗平均平方根	0.593364	1.9405	0.622541	2.12254

図 1-3 処理レポートの一例

なお、方法②により精度を確認する場合は、S f Mによって、検証点の座標が 3 次元座標変換に影響を与えていないことを確認する。例えば、正しい検証点座標を用いた結果と、ずらした検証点座標を用いた結果を比較し、S f Mの処理レポートに正しい検証点における誤差が出力されることを確認する。確認の頻度は 12 ヶ月に 1 回以上とする。確認手順を以下に示す。

- ・ S f Mに T Sで実測した検証点座標を入力し、処理レポートを出力(結果 a と呼ぶ)

表 1-1 検証点座標の入力例

検証点の座標 (単位: m)			
	x	y	z
1 点目	68347.306	42888.6	71.1805
2 点目	68367.321	42908.977	70.9285
3 点目	68318.488	42930.808	70.9915
4 点目	68272.592	42908.181	71.5198

- ・ S f Mに T Sで実測した検証点の 3 次元座標 (x, y, z) にそれぞれ任意の値 (例: 10cm) を加えた座標を入力し、処理レポートを出力(結果 b と呼ぶ)

表 1-2 各成分に 10cm ずつ加えた検証点座標の入力例

検証点の位置座標(単位: m)			
	x + 0.1	y + 0.1	z + 0.1
1 点目	68347.406	42888.7	71.2805
2 点目	68367.421	42909.077	71.0285
3 点目	68318.588	42930.908	71.0915
4 点目	68272.692	42908.281	71.6198

- ・ 結果 a と結果 b に記される検証点の 3 次元座標の誤差が任意の値 (例: 10cm) 程度であることを確認する。

表 1-3 処理レポートの検証点誤差計測結果の妥当性確認結果例

(①-②が 10cm に近いほど妥当)

	① 正しい検証点座標を用いた 処理レポートの検証点誤差			② あえて検証点座標の各座標成分に +10cm 加 えて計算した処理レポートの検証点誤差			①-② 処理レポートの検証点誤差の妥当性確認結果(cm) ※		
	X 誤差 (cm)	Y 誤差 (cm)	Z 誤差 (cm)	X 誤差 (cm)	Y 誤差 (cm)	Z 誤差 (cm)	X①-X② (cm)	Y①-Y② (cm)	Z①-Z② (cm)
検証点1	0.82089	2.6068	1.08433	-9.17965	-7.39374	-8.91567	10.001	10.001	10.000
検証点2	0.725119	2.4294	0.611456	-9.27542	-7.57113	-9.38854	10.001	10.001	10.000
検証点3	0.143652	1.340341	0.00706828	-9.85688	-8.66023	-9.99293	10.001	10.001	10.000
検証点4	0.433623	0.753858	0.0228066	-9.56691	-9.24668	-9.97719	10.001	10.001	10.000

※①-②が10cmに近いほど処理レポートに記載される検証点誤差は正確であるといえる。

空中写真測量（UAV）の精度確認試験実施手順書（案）

1. 実施時期

空中写真測量（UAV）の精度確認は、撮影した空中写真を用いた写真測量時に行うため、空中写真撮影後、写真測量ソフトウェアから計測点群データを算出する際に行う。本精度確認は、空中写真測量（UAV）による計測ごとに行うものとする。

2. 実施方法

現場に設置した既知点を使用し、空中写真測量（UAV）から得られた計測点群データ上の検証点の座標の計測を行う。

3. 検証点の設置

真値となる座標値は、基準点あるいは、工事基準上などの既知点の座標値や、基準点及び工事基準点を用いて測量した座標値を利用する。

4. 評価基準

空中写真測量（UAV）による計測結果を既知点などの真値と比較し、その差が適正であることを確認する。

表 1-4 精度確認試験での精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
各座標値の較差	±50mm 以内	設置された検証点すべてで実施

5. 実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

（様式）

〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名 : _____
受 注 者 名 : _____
作 成 者 : _____ 印

カメラキャリブレーション及び精度確認試験結果報告書

（1）カメラキャリブレーションの実施記録

カメラキャリブレーション実施年月	令和〇〇年〇〇月〇〇日
作業機関名	
実施担当者	
使用するデジタルカメラ	メーカー : (製造メーカー名) 測定装置名称 : (製品名、機種名) 測定装置の製造番号 : (製造番号)

（2）試験概要

精度確認試験実施年月	〇〇年〇〇月〇〇日
作業機関名	
実施担当者	
測定条件	天候 : 晴れ 気温 : 8℃
測定場所	〇〇工事 現場内
検証機器（真値を計測する測定機器）	T S 機種名 : 〇〇〇 (級別 : 〇級)
精度確認方法	検証点の各座標の較差

（3）カメラの位置計測に用いた機器

カメラの位置計測に用いた機器がある場合は以下を記入すること

メーカー	(製造メーカー名)
名称	(製品名、機種名)
製造番号	(製造番号)

（4）精度確認試験結果

検証点名 : 〇〇〇〇				
		x 座標	y 座標	z 座標
①真値とする検証点の計測結果 (x, y, z)	1 点目	44044.720	-11987.655	17.890
	2 点目	44060.797	-11993.390	17.530
②空中写真測量(UAV)による計測結果 (x', y', z')	1 点目	44044.700	-11987.644	17.870
	2 点目	44060.778	-11993.385	17.521
③差の確認（測定精度） (x', y', z') — (x, y, z)	1 点目	-0.020	-0.011	-0.020
	2 点目	-0.019	-0.005	-0.009
x 成分（最大） = -0.020m (-20mm) ; 合格（基準値±50mm 以内） y 成分（最大） = -0.011m (-11mm) ; 合格（基準値±50mm 以内） z 成分（最大） = -0.020m (-20mm) ; 合格（基準値±50mm 以内）				

参考資料-2 T L S の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

現場におけるT L S の測定精度を確認するために、現場に設置した2箇所以上の既知点を使用し、T Sにより計測した座標を真値とした場合のT L S の座標計測精度を確認する精度確認試験を行う。

【水平位置及び標高の要求精度】

±50mm 以内

【解説】

受注者は、利用する機器の特徴を十分に把握した上で、T L S で計測を行う最大距離付近及びそれ以上離れた位置に10m以上離れた2つ以上の既知点を設置する。

受注者は、設置した2箇所以上の既知点の座標と、T L S を用いて計測した結果を比較し、所要の座標計測精度が得られることを確認する。

なお、上記の方法により難しい場合は後述の2点間距離計測による精度検証方法（「3次元計測技術を用いた出来形管理（案）」令和5年3月に準じる方法）によることができる。

T L Sの事前精度確認試験実施手順書（案）

1. 実施時期

精度確認試験は、現場の計測と同時にすることも可能であるが、利用前にその精度確認試験を行うことが望ましい。現時点においては、T L S本体に関する定期点検の必要性などが規定されていないため、暫定案として利用の12 か月前以内に1回以上精度確認試験を実施することとする。

受注者は、本精度確認により所要の計測精度が得られる場合に限り、これを確認した計測条件、計測距離の範囲内でT L Sを出来形計測に適用することができる。

2. 実施方法

①現場での実施方法

- ・計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に、T L Sで3次元座標を計測できる既知点を2点以上設定する。
- ・既知点の3次元座標をT Sで計測する。
- ・T L Sにより既知点の3次元座標を計測する。

②事前の実施方法

上記と同様の手法を用いて、事前に精度確認を行うことも可能である。この場合、利用する現場条件を特定できないことから、計測機器の仕様に応じて、計測予定距離以上の距離に既知点を設置し、精度確認基準を満足することを確認する。

3. 評価基準

T SとT L Sで計測した計測結果を比較し、その差が適正であることを確認する。

表1-5 精度確認試験での精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
T SとT L Sの計測座標値の較差	【水平位置及び標高の要求精度】 ±50mm 以内	既知点は出来形計測で利用する最大計測距離以上の位置に配置する。 既知点は10m 以上の離隔を確保する。

4. 実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

5. 2点間距離計測による精度検証方法について

上記2. ～3. に示される精度確認方法等による精度検証が困難な場合は、下記の令和5年3月版までの従前の方法によることができる。

【従前の方法】2点間距離計測による精度検証方法

(1) 実施方法

①現場での実施方法

計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に2箇所以上の既知点を設置し、TLSによる計測結果から得られる既知点の点間距離を計測する。

既知点とTLSの位置関係は、TLSの回転軸と平行にならない位置に配置すること。

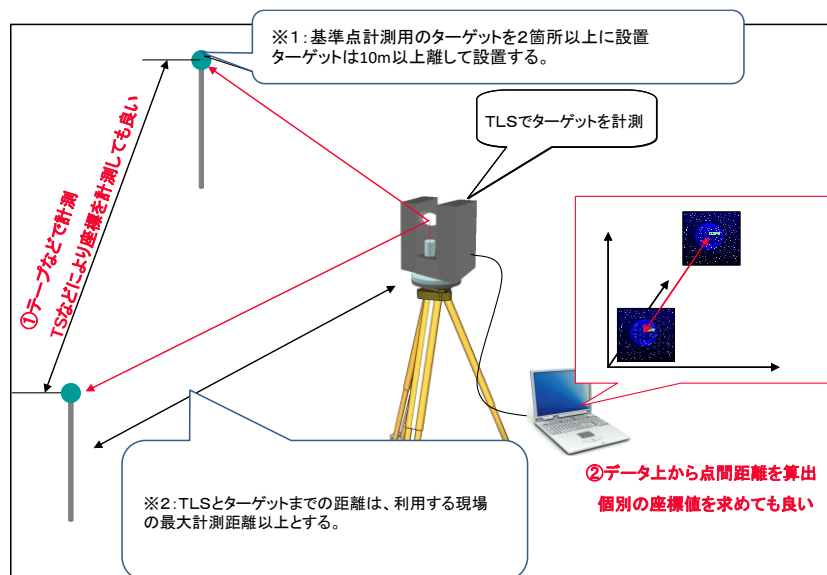


図1-4 TLSと既知点の設置

②事前の実施方法

上記と同様の手法を用いて、事前に精度確認を行うことも可能である。この場合、利用する現場条件を特定できないことから、計測機器の仕様に応じて、計測予定距離以上の距離に既知点を設置し、その精度が±20mm以内であることを確認する。

(2) 検査点の検測

設置した検査点（基準点）を、TSあるいはテープで計測する。

(3) 評価基準

TSとTLSで計測した計測結果を比較し、その差が適正であることを確認する。

表1-6 精度確認試験での精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
点間距離	±20mm 以下	既知点は出来形計測で利用する最大計測距離以上の位置に配置する。 検査点は10m以上の離隔を確保する。

(様式)

精度確認試験結果報告書

〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名 :
受 注 者 名 :
作 成 者 : 印

(1) 試験概要

測定日	〇〇年〇〇月〇〇日
測定条件	天候：晴れ 気温：8℃
測定場所	〇〇工事 現場内
精度確認の対象機器	メーカー：(株)A B C 社 測定装置名称：ABC-123 測定装置の製造番号：ABC0123
検証機器（真値を計測する測定機器）	T S 機種名：〇〇〇（級別：〇級）
精度確認方法	・ T S と T L S との平面座標の較差 ・ T S と T L S との標高較差
検証機器と検証点との距離	〇〇m

(2) 精度確認試験結果

検証点名：〇〇〇〇				
		x 座標	y 座標	z 座標
①真値の計測結果 (x , y , z)	1 点目	44044.720	-11987.655	17.890
	2 点目	44060.797	-11993.390	17.530
②T L S による計測結果 (x ' , y ' , z ')	1 点目	44044.722	-11987.656	17.893
	2 点目	44060.802	-11993.394	17.533
③差の確認（測定精度） (x ' , y ' , z ') — (x , y , z)	1 点目	0.002	0.001	0.003
	2 点目	0.005	0.004	0.003
x 成分（最大）＝0.005m（5mm）；合格（基準値±50mm 以内） y 成分（最大）＝0.004m（4mm）；合格（基準値±50mm 以内） z 成分（最大）＝0.003m（3mm）；合格（基準値±50mm 以内）				

参考資料-3 地上移動体搭載型LSの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

地上移動体搭載型LSの測定精度を確認するために、受注者は、実際に利用する機器の計測最大距離の位置に検証点を1箇所以上配置し、水平位置及び、標高の精度確認試験を行う。

【水平位置及び、標高の要求精度】

起工測量、岩線計測	±100mm 以内
部分払い出来高計測	±200mm 以内
出来形計測	±50mm 以内

【解説】

水平位置及び、標高の精度確認は、地上移動体搭載型LSを用いて計測した結果から得られる検証点のx, y, zの成分と、検証点をTS等で計測した結果で得られる座標値のx, y, zの成分とをそれぞれ比較し、その較差が要求精度以内であることを確認する。

検証点の設置は、基準点あるいは、工事基準点を基礎に、TS等を用いて計測する。その際、水平位置の計測に3級TSを用いて計測する場合は、工事基準点等から検証点までの距離を100m以内とする（2級TSは150m以内）。

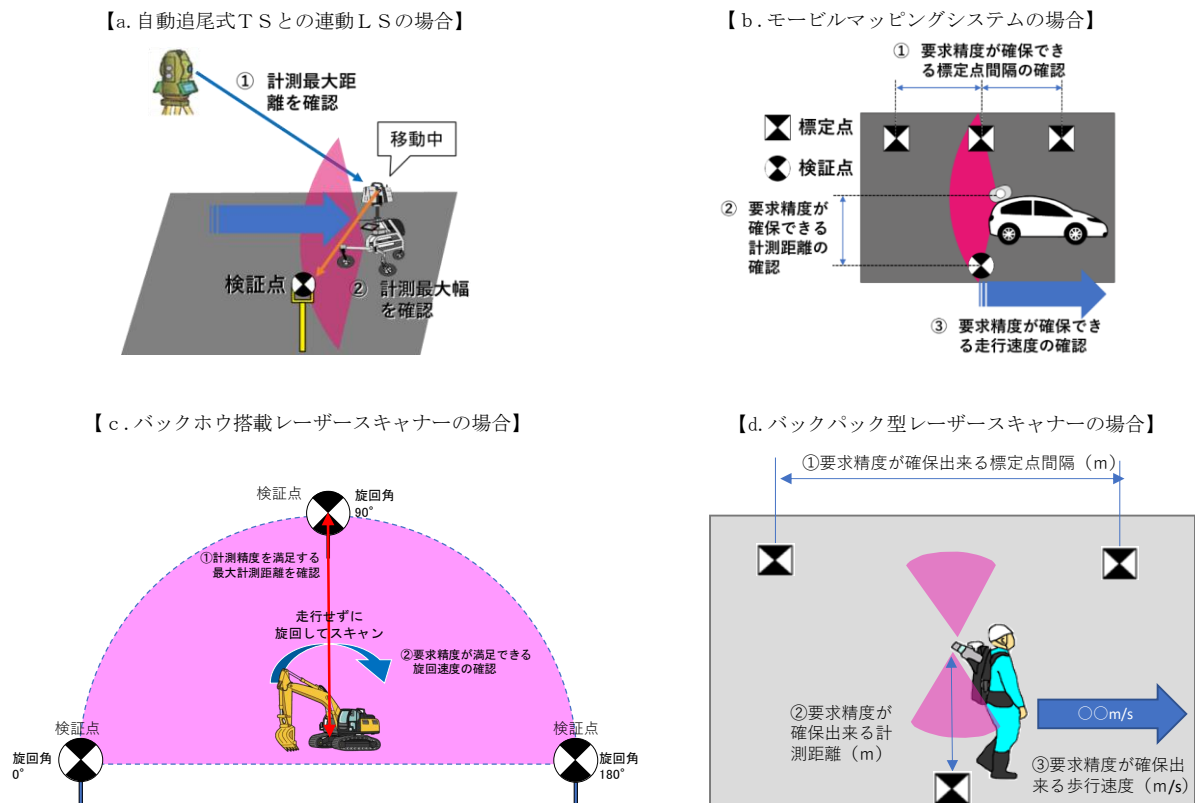


図1-5 精度確認試験の配置イメージ図

地上移動体搭載型LSの事前精度確認試験実施手順書（案）

1. 適用

地上移動体搭載型LSシステムは、地上移動体の位置と搭載されるレーザースキャナーの組合せにより、対象地形の3次元点群を得る技術である。また、本技術は新たな技術開発が日進月歩で進んでおり、要素技術の性能向上、システムを構成する機器の組合せも変化している。このため、現状では同一の精度管理手法ではなく、システムごとに精度管理方法を定めることが計測効率の確保に寄与すると考えられる。

そこで、本手順書では起工測量及び出来形計測作業の精度確保と効率的な実施の実現に向けて、システムごとの計測計画立案に必要な精度管理方法、精度確保のためのシステムの運用方法を定める試験方法として位置づけている。

2. 精度確認の実施方法

1) 計測条件の設定

①主要な機器構成とシステム概要

地上移動体と搭載するレーザースキャナーを用いて3次元座標点群を求める仕組みについて主要な機器構成と計測の仕組みを明記する。仕組みについては、地上移動体の位置及び姿勢を特定する方法と、レーザースキャナーで得られる相対位置と地上移動体の位置と姿勢を組合せる際の流れが解る内容とすることに留意する。主要な機器構成とシステム概要は、試験結果に添付する（添付様式-1）。

②主要な構成機器の精度

上記の仕組みの主要な構成機器の測定精度について記載する。主要な機器構成は、移動体本体と搭載されるレーザースキャナー本体とし、各構成について明記すること（添付様式-1）。

a) 地上移動体本体

地上移動体の位置及び姿勢を確定する機器の仕様と精度を記載する。

b) レーザースキャナー本体

地上移動体に搭載するレーザースキャナーの仕様と精度を記載する。

③計測手順

各システムの計測手順、計測時の留意点を明記する。計測手順は計測マニュアルとして試験結果に添付する（添付様式-2）。

④計測範囲の設定

レーザースキャナーの搭載高さから想定される測定面上に対して、所定の密度（100点以上／1㎡）及び測定精度を確保できる距離を設定する。

⑤最大計測距離の設定（測定精度が最も不利な条件の設定）

地上移動体搭載型LSが適正に稼働している状態で、地上移動体の自己位置及び姿勢の測定精度が最も不利となる条件を設定する。

2) 精度確認

地上移動体搭載型LSを用いて計測した結果から得られる検証点の x, y, z の成分と、検証点をTS等で計測した結果で得られる座標値の x, y, z の成分とをそれぞれ比較し、その較差が要求精度以内であることを確認する。

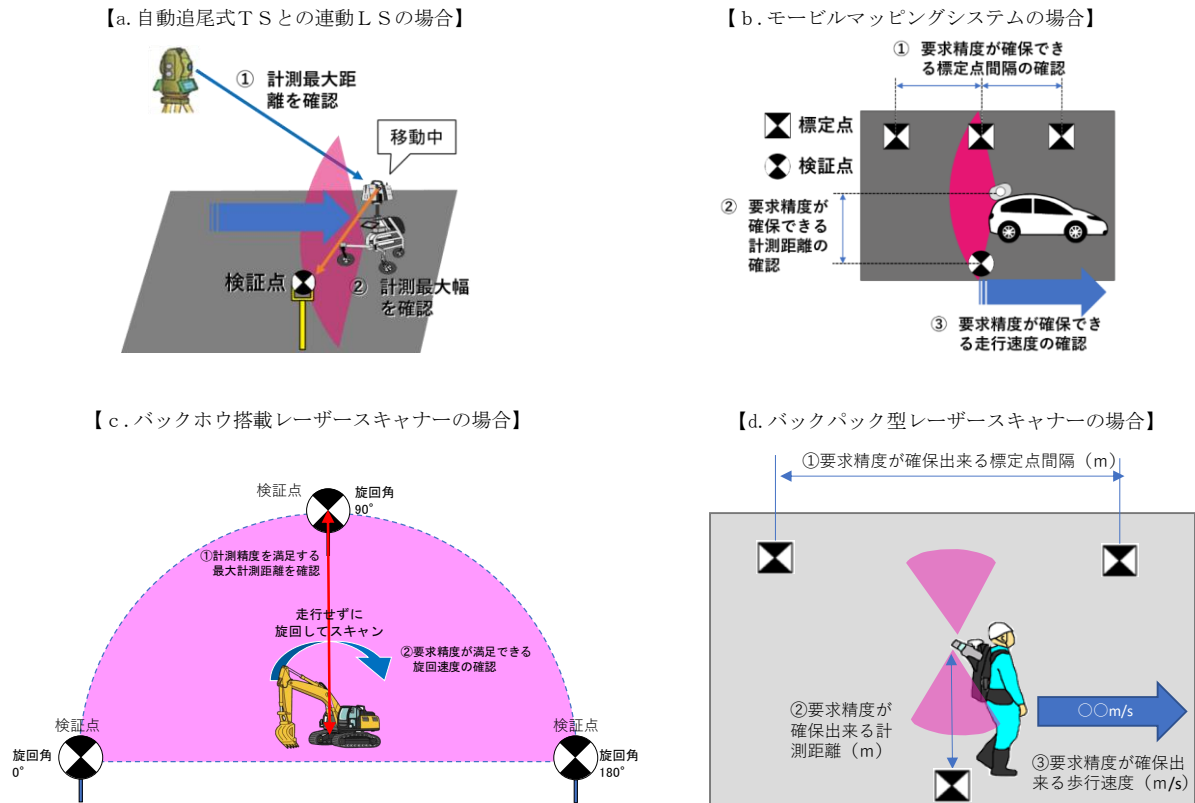


図1-6 精度検証の方法

3. 実施時期

精度確認試験は、現場の計測と同時に行うことも可能であるが、利用前にその精度確認試験を行うことが望ましい。また、地上移動体搭載型LSについては、定期点検や精度確保の公的な制度が規定されていないことから、暫定案として利用の12か月前以内に1回以上実施することとする。

4. 検証点の検測

検証点は、基準点あるいは、工事基準点を基礎に、TS等を用いて計測する。その際、水平位置の計測に3級TSを用いて計測する場合は、工事基準点等から検証点までの距離を100m以内とする（2級TSは150m以内）。

5. 評価基準

計測結果をTS等による計測結果と比較し、その差が適正であることを確認する。

表1-7 精度確認試験での鉛直方向の精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
座標較差	【水平位置及び、標高の要求精度】 起工測量、岩線計測 ±100mm 以内 部分払い出来高計測 ±200mm 以内 出来形計測 ±50mm 以内	精度確認基準を満足する最大計測距離と最大測定幅を確認する。

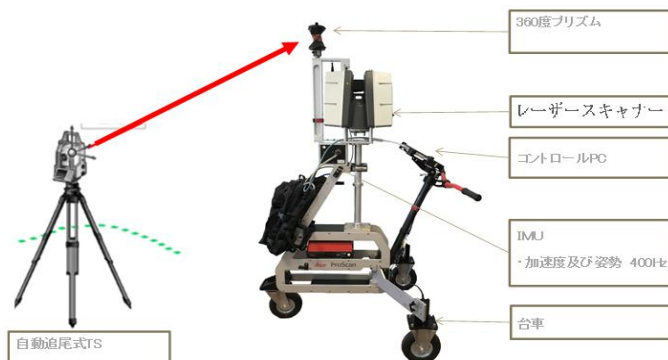
※要求精度の高い試験結果により、範囲内の精度試験を省略できる。

6. 実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

(添付様式-1)

主要機器の構成及びシステム概要 (a. 自動追尾式TSとの連動LSの場合)

①主要機器の構成 システムを構成する主要機器と計測の仕組み（フロー図）を掲載する。  本体以外 地上移動体搭載型LS本体 準備作業 <pre> graph TD A[TSの設置] --> B[システムの暖機・設定] A --> C[計測最大距離確認] B --> D[スタート位置セット] C --> D subgraph 計測作業 D --> E[計測（移動）] E --> F[終点位置セット] end F --> G[センサーデータ統合] G --> H[点群データ] </pre> 計測フロー														
②主要機器の精度														
②-1：地上移動体本体 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">搭載するLS本体</th> <th style="width: 40%;">計測性能</th> <th style="width: 30%;">備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="vertical-align: top;"> 名称：2Dレーザースキャナー 機種：SS20 型番：234091 </td> <td style="vertical-align: top;"> 計測可能距離 ○○m 精度 ± ○○mm  </td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">自己位置の計測装置①</td> <td style="text-align: center;">計測性能</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;"> 名称：3軸IMU 機種：ABC3 型番：201154 </td> <td style="vertical-align: top;"> 水平精度： 秒 分可能 Hz 鉛直精度： 秒 分解能 Hz </td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			搭載するLS本体	計測性能	備考	名称：2Dレーザースキャナー 機種：SS20 型番：234091	計測可能距離 ○○m 精度 ± ○○mm 		自己位置の計測装置①	計測性能		名称：3軸IMU 機種：ABC3 型番：201154	水平精度： 秒 分可能 Hz 鉛直精度： 秒 分解能 Hz	
搭載するLS本体	計測性能	備考												
名称：2Dレーザースキャナー 機種：SS20 型番：234091	計測可能距離 ○○m 精度 ± ○○mm 													
自己位置の計測装置①	計測性能													
名称：3軸IMU 機種：ABC3 型番：201154	水平精度： 秒 分可能 Hz 鉛直精度： 秒 分解能 Hz													
②-2：地上移動体本体以外の測位技術 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">自己位置の計測装置②</th> <th style="width: 40%;">計測性能</th> <th style="width: 30%;">備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="vertical-align: top;"> 機種：AA100 型番：—— （汎用品のため記載無し） 校正年月日 ：令和○○年○○月○○日 （株○○光学機械） </td> <td style="vertical-align: top;"> 水平精度： 秒 鉛直精度： 秒 追尾速度： Hz </td> <td style="vertical-align: top;"> 移動体本体以外の 測量方法については、 別途メーカーが行う 定期点検結果により 性能補償が可能な場 合は、型式として掲載 できる。 </td> </tr> </tbody> </table>			自己位置の計測装置②	計測性能	備考	機種：AA100 型番：—— （汎用品のため記載無し） 校正年月日 ：令和○○年○○月○○日 （株○○光学機械）	水平精度： 秒 鉛直精度： 秒 追尾速度： Hz	移動体本体以外の 測量方法については、 別途メーカーが行う 定期点検結果により 性能補償が可能な場 合は、型式として掲載 できる。						
自己位置の計測装置②	計測性能	備考												
機種：AA100 型番：—— （汎用品のため記載無し） 校正年月日 ：令和○○年○○月○○日 （株○○光学機械）	水平精度： 秒 鉛直精度： 秒 追尾速度： Hz	移動体本体以外の 測量方法については、 別途メーカーが行う 定期点検結果により 性能補償が可能な場 合は、型式として掲載 できる。												

①主要機器の構成

レーザースキャナ

GNSSアンテナ

カメラPOD ※ IMUはPODに取付け済み 最大7台

GNSSアンテナ

マルチプレクサ

POS15V20 (GPS/IMU 計算処理装置)

制御用PC (耐車載環境仕様)

無停電電源装置 (UPS)

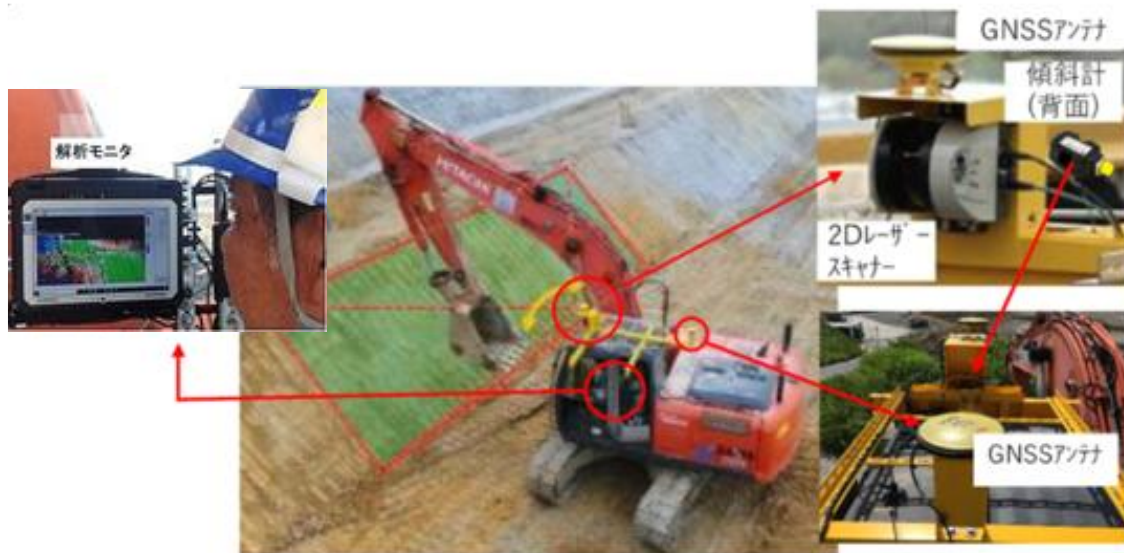
走行距離計 (DMI)

G N S S	周波数及び台数	2 周波× 2 台	
I M U	姿勢精度	ロール、ピッチ角：〇〇deg ヘッディング：〇〇deg	
走行軌跡	計測レート	〇〇Hz/sec	
カメラ	個数・解像度	〇個（〇Mpixel）	
	カラー	Grey	
レーザー	垂直解像度	〇〇deg	
	視野角度	〇〇°	
	取得点数	〇〇万点/sec	
	最大距離	〇〇m	
	スキャン速度	〇〇回転/sec	
	反射輝度の取得	可 or 不可	
	ビーム径	〇mm	
	ビームクラス	クラス〇	
精度	車両自己位置の正確度	水平〇m、高さ〇m	
	レーザー点群の位置正確度	〇mm（GNSS 受信時）	
その他			

主要機器の構成及びシステム概要 (c. バックホウ搭載型レーザースキャナー計測システムの場合)

①主要機器の構成

システムを構成する主要機器と計測の仕組みを記載する



②主要機器の精度

2Dレーザースキャナー	計測性能	備考
名称：2Dレーザースキャナー メーカー：SICK 型番：LMS511 PRO	計測可能距離：0m～80m 統計誤差：7mm(1m～10m) 9mm(10m～29m) スキャン頻度：25Hz 角度分解能：0.25° スポットサイズ： フロントスクリーン部分 13.6mm、 その後1mごとに4.7mm増加	
GNSS	計測性能	備考
名称：GNSS メーカー：Leica 型番(受信機)：gps80 型番(アンテナ)：CGA60	リアルタイム(RTK)精度 取得精度：ISO17123-8 準拠 水平精度：10mm+1ppm(rms) 高さ精度：20mm+1ppm(rms)	 アンテナ2本により位置と方位を計測
傾斜計	計測性能	備考
名称：傾斜計 メーカー：MOBA 型番：G1	解像度：0.05°	

主要機器の構成及びシステム概要 (d. バックパック式レーザースキャナーの場合)

①主要機器の構成

システムを構成する主要機器と計測の仕組みを掲載する。



②主要機器の精度

GNSS	周波数及び台数	2周波×1台	
走行軌跡	計測レート	200Hz/sec	
レーザー	垂直解像度	0.001deg	
	視野角度	360°	
	取得点数	10万点/sec	
	最大距離	330m	
	スキャン速度	100回転/sec	
	反射輝度の取得	可 or 不可	
	ビーム径	1.6mm	
	ビームクラス	クラス1	
精度	自己位置の正確度	水平 0.010mRMS、高さ 0.010mRMS	
	レーザー点群の位置正確度	50mm (GNSS 受信時)	
その他			

(添付様式-2)

計測の手順と留意事項 (a. 自動追尾式TSとの連動LSの例)

①計測手順	
フロー <pre> graph TD subgraph Preparation [準備作業] A[TSの設置] end A --> B[システムの暖機・設定] A --> C[計測最大距離確認] B --> D[スタート位置セット] C --> D subgraph Measurement [計測作業] D --> E[計測(移動)] E --> F[終点位置セット] end F --> G[センサーデータ統合] G --> H[点群データ] G --> C </pre>	
②計測の留意点	
移動体の点検 ☐ 計測前に車輪・プリズム・スキャナー本体・IMUの取り付けに緩みがないか確認。 ☐ . . . 計測時の留意点 ☐ 定期的に自己位置を補正するための静止観測を入れる。 ☐ . . .	
③計測マニュアルの作成・添付	☐ 有り
上記①と②を含めた計測のマニュアルが整備・添付されていること。	

計測の手順と留意事項 (b. モービルマッピングシステムの例)

①計測手順	
フロー	
<pre>graph TD; A[基地局設置] --> B[標定点の設置]; B --> C[検証点の設置]; C --> D[計測開始]; D --> E[計測 (移動)]; E --> F[計測終了]; F --> G[データ統合]; G --> H[計測条件の確認]; H --> I[終了]; H --> B; subgraph "計測作業"; D; E; F; end</pre>	
②計測の留意点	
移動体の点検 ☐ 計測前に車体・スキャナー本体・GNSS・IMUの取り付けに緩みがないか確認。 ☐ ・・・	
計測時の留意点 ☐ 衛星数の確認 ☐ GNSSの受信状態（DOP値）の確認 ☐ ・・・	
③計測マニュアルの作成・添付 上記①と②を含めた計測のマニュアルが整備・添付されていること。	☐ 有り

計測の手順と留意事項（c. バックホウ搭載型レーザースキャナー計測システムの例）

①計測手順	
フロー <pre> graph TD A[GNSS基準局の設置] --> B[標定点の設置] B --> C[システムキャリブレーション] D[計測距離、密度確認] --> C C --> E[旋回計測] E --> F[データ結合] F --> G[点群データ] G --> H[出来形評価] subgraph 計測作業 E end </pre>	
②計測の留意点	
移動体の点検 ☐ 計測前に車体・スキャナー本体・GNSS・IMUの取り付けに緩みがないか確認 ☐ … 計測時の留意点 ☐ 衛星数の確認 ☐ GNSSの受信状態（DOP値）の確認 ☐ 最適な旋回速度（密度）の確認 ☐ …	
③計測マニュアルの作成・添付 上記①と②を含めた計測のマニュアルが整備・添付されていること。	☐ 有り

計測の手順と留意事項（d. バックパック式レーザースキャナーの場合）

①計測手順	
フロー <pre> graph TD A[標定点の設置] --> B[検証点の設置] B --> C["G N S S 基地局の設置 ※電子基準点を使用しない場合"] C --> D[キャリブレーション] D --> E[計測開始] E --> F[計測終了] F --> G[データ確認] G --> H[点群データ] H --> I[出来形評価] E -.-> F J[最大計測距離・歩行速度確認] --> E G --> E </pre>	
②計測の留意点	
移動体の点検 ☐ 計測前にバックパック、G N S S アンテナとの接続にゆるみが無いか確認する。 ☐ 計測時の留意点 ☐ 必要点群密度が確保できるように歩行ルートを設定する。 ☐ 現場に合わせて適切な基準点と標定点、検証点の選点を行う。 ☐ 計測前にキャリブレーション（八の字歩行）を行う。 ☐ 計測距離は、精度が担保できることが確認された距離以内に設定する。 ☐ 計測中は姿勢を維持し歩行スピードを精度が担保できることが確認された歩行速度とする。 ☐ 計測中は事前に設定した歩行ルートに沿い、急な方向転換をしない。 ☐ . . （G N S S 基地局を設置する場合の留意点） ☐ 現場範囲との位置関係と周囲の建造物を考慮したG N S S 基地局用の基準点の選点を行う。 ☐ G N S S 基地局用の基準点上にはG N S S 計測機を設置し、計測中は静止観測を続ける。 ☐ . .	
③計測マニュアルの作成・添付	☐ 有り
上記①と②を含めた計測のマニュアルが整備・添付されていること。	

(様式 a)

精度確認試験結果報告書

計測実施日：令和〇〇年〇〇月〇〇日

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)

精度確認の対象機器 メーカー : (株)ABC 装置名称 : 主要構成機器 : (添付様式-1に記載のとおり)	写真 
検証機器 (真値を計測する測定機器) ①検証点の高さ レベル : (検定済み) ②検証点の平面座標 TS : (検定済み)	写真 
測定記録 測定期日：令和〇〇年〇〇月〇〇日 測定条件：天候 晴れ 気温 12℃ 測定場所：(一社) 〇〇 構内試験ヤードにて 検証機器と既知点の距離：約〇〇m	写真 
精度確認方法 ・自動追尾式TSとの連動LSと真値座標の較差	

(様式 b)

精度確認試験結果報告書

計測実施日：令和〇〇年〇〇月〇〇日

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)

精度確認の対象機器 メーカー：(株)ABC 装置名称： 主要構成機器： (添付様式-1に記載のとおり)	写真 
検証機器 (真値を計測する測定機器) ①検証点の高さ レベル： (検定済み) ②検証点の平面座標 TS： (検定済み)	写真 
測定記録 測定期日：令和〇〇年〇〇月〇〇日 測定条件：天候 晴れ 気温 12℃ 測定場所：(一社) 〇〇 構内試験ヤードにて 検証機器と既知点の距離：約〇〇m	写真 
精度確認方法 ・モービルマッピングシステムと真値座標の較差	

(様式 c)

精度確認試験結果報告書

計測実施日：令和〇〇年〇〇月〇〇日

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 (c. バックホウ搭載レーザースキャナー計測システムの例)

精度確認の対象機器 メーカー : (株)ABC 装置名称 : 主要構成機器 : (添付様式-1に記載のとおり)	写真 
検証機器 (真値を計測する測定機器) ①検証点の高さ レベル : (検定済み) ②検証点の平面座標 TS : (検定済み)	写真 
測定記録 測定期日：令和〇〇年〇〇月〇〇日 測定条件：天候 晴れ 気温 12℃ 測定場所：〇〇〇〇〇〇 〇〇〇〇〇〇にて 検証機器と既知点の距離：約〇〇m	写真 
精度確認方法 ・バックホウ搭載レーザースキャナー計測システムと真値座標の較差	

(様式 d)

精度確認試験結果報告書

計測実施日：令和〇〇年〇〇月〇〇日

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 (d. バックパック式レーザースキャナーの例)

精度確認の対象機器 メーカー：(株)ABC 装置名称： 主要構成機器： (添付様式-1に記載のとおり)	写真 
検証機器 (真値を計測する測定機器) 検証点の高さ・平面座標 TS： (検定済み)	写真 
測定記録 測定期日：令和〇〇年〇〇月〇〇日 測定条件：天候 晴れ 気温 12℃ 測定場所：(一社) 〇〇 構内試験ヤードにて 検証機器と既知点の距離：約〇〇m	写真 
精度確認方法 ・バックパック式LSと真値座標の較差	

(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計測幅及び計測範囲の条件

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、最も測定精度が不利となる。

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>

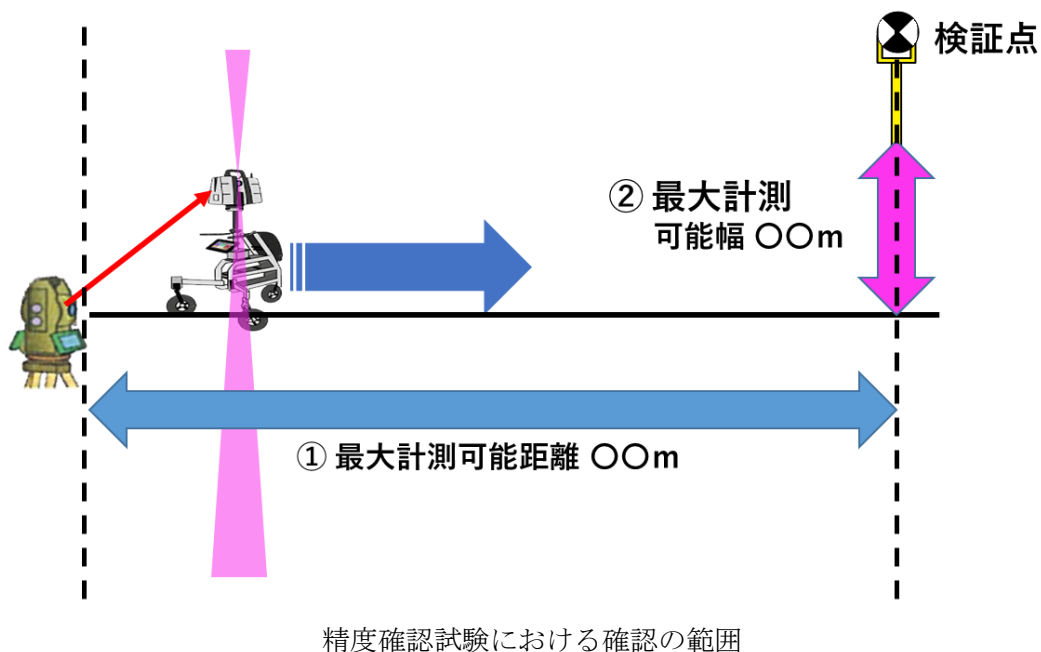
- ・本システムは、自動追尾式TSによる自己位置とIMUによる方位推定から対象路面の座標値を求める仕組みである。測定精度が最も低下する条件は、自動追尾式TSから最も距離が遠くなる位置である。

要求精度の $\pm 50\text{mm}$ に対しては最大計測可能距離〇〇m以内とする。

<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。
- ・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証点を設置する。

要求精度の $\pm 50\text{mm}$ に対しては、移動体の真横方向に対して最大計測可能幅〇〇m以内とする。



※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。

(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計測幅及び計測範囲の条件

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)及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、最も測定精度が不利となる。

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。

要求精度の±50mmに対しては、〇〇mに2点以上設置する。

<条件2>

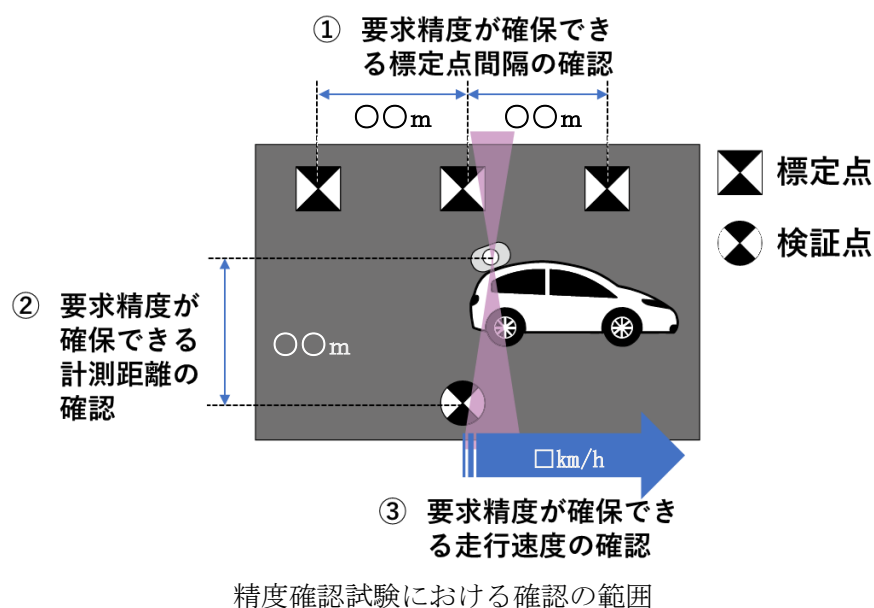
- ・本システムは計測面への入射角が小さくなるほど精度が低下する傾向がある。また、距離に応じて点群密度も粗くなる。

要求精度の±50mmに対しては、移動体の真横方向に対して最大計測可能幅〇〇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粗くなる。

要求精度の±50mmに対しては、時速〇〇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。

(2) 試験条件 (c. バックホウ搭載レーザースキャナー計測システムの例)

現場での計測条件は本試験で確認する条件内とする。

①計測幅及び計測範囲の条件

本システムは、バックホウにGNSS（アンテナ×2）、2Dレーザースキャナー、傾斜計を搭載しバックホウが走行せずに旋回し、各センサーのデータを演算する事で3次元座標を算出するものである。

距離が長距離になるとレーザースポット径の拡散により精度劣化の原因となる。出来形計測に必要な密度になるよう距離を設定し計測を行う。

<条件1>

- ・本システムは、GNSSで位置と方位、2Dレーザースキャナーで距離、傾斜計によるピッチ、ロールの補正を行い各センサーのデータを演算し3次元座標を求める仕組みである。計測距離が長距離になるとレーザースポット径の拡大、入射角が小さくなることから測定精度が低下する。

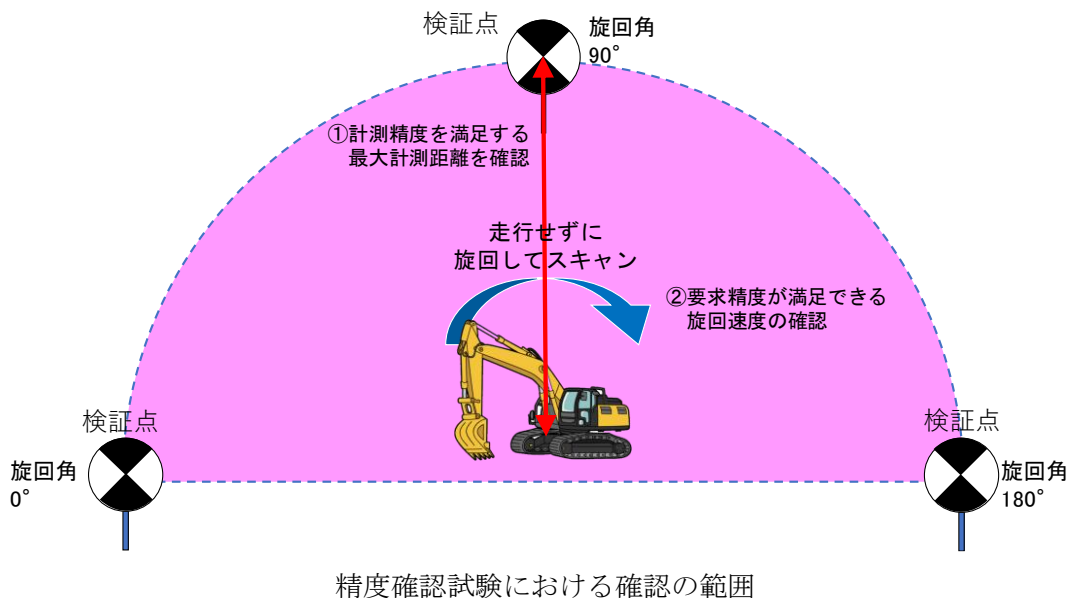
要求精度の±50mmに対して最大計測可能距離〇〇m以内とする。

<条件2>

- ・本システムは、バックホウが走行せずに旋回する事により3次元座標が得られる。

出来形計測に必要な点群密度（0.01 m²に1点）を取得できる旋回速度を求める。

出来形計測に必要な点群密度（0.01 m²に1点）に対して、旋回速度は〇〇°/sec以内とする。



※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。

(2) 試験条件 (d. バックパック式レーザースキャナーの例)

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計測幅及び計測範囲の条件

本システムは、自己位置と方位をGNSS等の組合せ（IMU等）で測位するバックパック式LSにて計測を行う。

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）及び進行方向に向かって横断方向の最大有効幅（条件2）、進行方向の歩行速度（条件3）によっては、最も測定精度が不利となる。

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。

要求精度の±50mmに対しては、〇〇mに2点以上設置する。

<条件2>

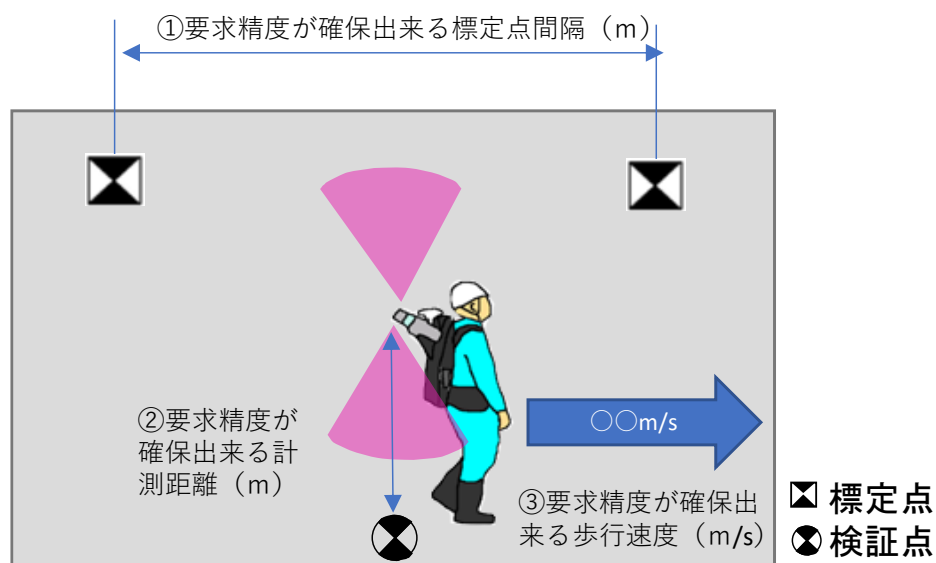
- ・本システムは計測面への入射角が小さくなるほど精度が低下する傾向がある。また、距離に応じて点群密度も粗くなる。

要求精度の±50mmに対しては、移動体の真横方向に対して最大計測可能幅〇〇m以内とする。

<条件3>

- ・本システムは、計測時の歩行速度が速いほど進行方向の点群密度が粗くなる。

要求精度の±50mmに対しては、時速〇〇km/h以下で歩行する。



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。

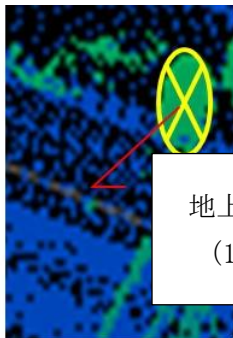
(3) 精度確認試験結果

① 検証点の計測結果 (TSによる計測)

真値の座標 (100.000, 100.000, 100.000)

② 地上移動体搭載型LSによる計測結果

検証点の結果



地上移動体搭載型LSの計測結果
(100.002, 100.008, 100.040)

③ 差の確認

検証点の結果

水平位置の精度確認							
点名	検証点		MLSの計測値		水平較差		判定
	①	②	③	④	③－①	④－②	
	X座標 (m)	Y座標 (m)	X座標 (m)	Y座標 (m)	X較差 (mm)	Y較差 (mm)	
P1	100.000	100.000	100.002	100.008	2	8	合格

番号	標高の精度確認			
	検査面	計測値	水平較差	判定
	⑤ Z座標 (m)	⑥ Z座標 (m)	⑥-⑤ Z較差 (mm)	
1	100.000	100.040	40	合格

※評価基準 出来形測量は±50mm 以内

参考資料-4 UAVレーザーの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

UAVレーザーの計測性能及び測定精度を確認するために、現場に設置した水平位置検証点、標高検証点を使用しシステム性能及び精度確認試験を行う。

【再現性についての要求精度】

出来形計測に利用する場合	水平較差	±50mm 以内
	標高較差	±50mm 以内
起工測量に利用する場合	水平較差	±100mm 以内
	標高較差	±100mm 以内
出来高計測に利用する場合	水平較差	±200mm 以内
	標高較差	±200mm 以内

【解説】

UAVレーザーは、UAV本体へGNSSやIMU、LS等の要素技術を取付た、複合的な技術である。従って、事前精度確認試験においては、各要素技術の誤差が影響したUAVレーザー全体としての誤差を確認する必要がある。

計測誤差を持ったUAVレーザーから得られる点群は、調整用基準点（TSで付けたもの）を活用することで、全体的に計測誤差等を取り除くことができる。しかし、調整用基準点から離れた箇所においては、飛行コースの往復で生じた段差（ピッチ角、ロール角のずれなどが原因）など、部分的に誤差を修正しきれない可能性がある。

そこで、往復時の計測再現性を確認する目的で、現場において計測精度が最も不利となるサイドラップ（30％）の中央付近の計測（ロール角）、UAVの直下付近の計測（ピッチ角）を想定した試験を実施する。試験は、左右横断方向に計測可能な最大距離付近（左右で2箇所）と直下に検証点を設置し、ラップを設けない同一経路の往路と復路で検証点の座標較差が要求精度以内であることを確認するものである。

UAVレーザーの事前精度確認試験実施手順書（案）

1. 実施時期

精度確認試験は、現場の計測と同時にすることも可能であるが、利用前にその精度確認試験を行うことが望ましい。現時点においては、UAVレーザー本体に関する定期点検の必要性などが規定されていないため、暫定案として利用前の12か月以内に1回以上実施することとする。ただし、メンテナンス等によりIMUとLSを分離した場合は、組立後に精度確認試験を実施することとする。

2. 実施方法

飛行コースと直交する横断方向に水平位置検証点、標高検証点を3箇所以上設置する。設置位置は飛行コース直下に1箇所、出来形計測時に想定している有効計測角でレーザーが射出される位置付近に1箇所ずつ設置する。検証点として x, y, z 座標が特定できる物を用いることで、水平位置検証点と標高検証点を兼ねる事が出来る。また、既存の構造物の角など、既存の明瞭な地物で、計測点群データから x, y, z 座標が特定できるものがあれば、水平位置検証点、標高検証点として用いてもよい。

計測は、同じ飛行コース上を往復（ラップせず）して行う。

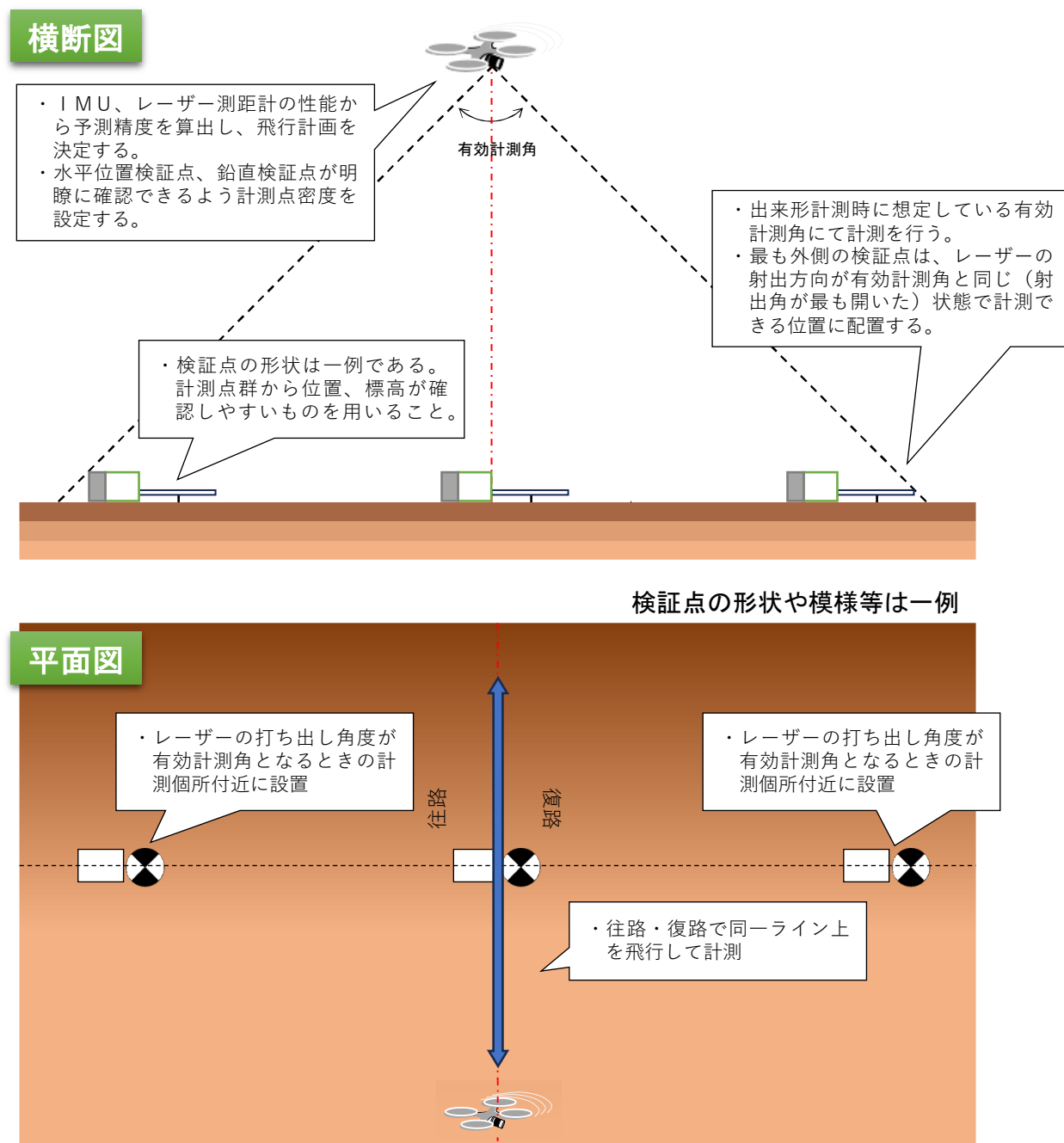


図1-7 UAVレーザーと検証点の設置例（検証点を複数設置できる場合）

検証点を飛行コースと直交する横断方向に複数個設置できない場合は、次図に示すように、1か所の検証点に対して、レーザーの射出角度が有効計測角、鉛直下方、その中間となるように、検証点に対する飛行コースの横断方向離隔を変化させて往路、復路の計測を行ってもよい。

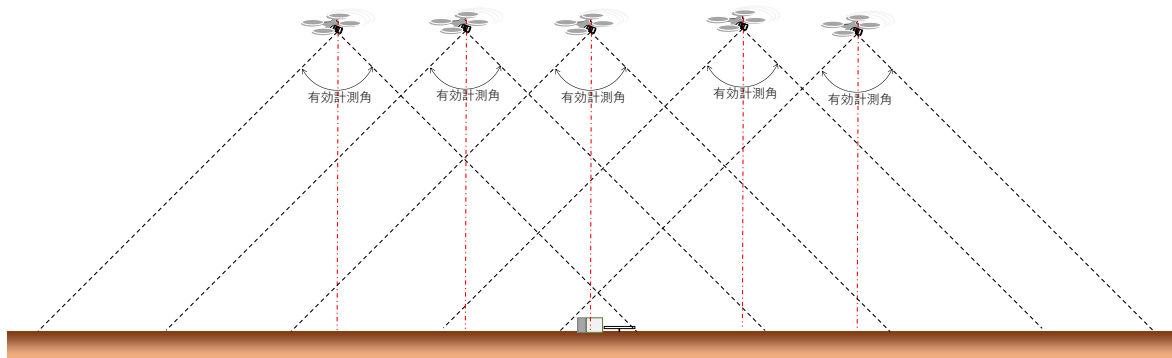


図1-8 UAVレーザーと検証点の設置例（検証点を1箇所しか設置できない場合）

3. 検証点の座標算出

検証点を往路方向と復路方向の各1回飛行して、標高検証点、水平位置検証点を計測し、往路、復路の標高検証点の z 座標、水平位置検証点の x, y 座標の較差を算出する。なお、本試験においては検証点の座標の真値に相当する値との比較は行わないため、検証点の座標をTS等で計測する必要はない。

精度確認における最適軌跡解析は往路と復路で分割せず、一連の軌跡として解析する。

4. 評価基準

往路と復路で計測した標高検証点及び水平位置検証点の x, y, z 座標を比較して較差を算出し、較差が表1-8の基準を満足していることを確認する。実現場における有効計測角や飛行対地高度、飛行速度、スキャン回転数、レーザー発行回数等の計測諸元は、本確認試験で設定したものと同様に設定する。

表1-8 精度確認試験での精度確認基準

比較方法	用途と精度確認基準	備考
水平座標較差	出来形計測：±50mm 以内 起工測量：±100mm 以内 出来高計測：±200mm 以内	精度確認基準を満足する最大計測角を確認し、これを有効計測角とする。
標高較差	出来形計測：±50mm 以内 起工測量：±100mm 以内 出来高計測：±200mm 以内	

5. 実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

(様式)

精度確認試験結果報告書

〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名 :
受 注 者 名 :
作 成 者 : 印

(1) 試験概要

測定日	〇〇年〇〇月〇〇日
測定条件	天候：晴れ 気温：8℃
測定場所	〇〇工事 現場内
精度確認の対象機器	メーカー：(株)ABC社 測定装置名称：T O K I 測定装置の製造番号：ABCK0001
検証機器（真値を計測する測定機器）	T S 機種名：〇〇〇（級別：〇級）
精度確認方法	・ 標高検証点との標高較差 ・ 水平位置検証点との座標較差
飛行対地高度	〇〇m

(2) 精度確認試験結果

①往路と復路の計測結果

水平位置検証点							標高位置検証点					
点名	計測角 (°)	往路		復路		往路と復路の較差		点名	計測角 (°)	往路	復路	往路と復路の較差
		①	②	③	④	①-③	②-④			⑤	⑥	⑤-⑥
		X座標(m)	Y座標(m)	X座標(m)	Y座標(m)	X較差(mm)	Y較差(mm)			Z座標(m)	Z座標(m)	Z較差
KH01	60.0	48439.327	-39127.745	48439.309	-39217.759	18	14	KH01	60.0	18.424	18.412	12
KH02	0.0	48440.284	-39247.068	48440.269	-39247.078	15	10	KH02	0.0	18.454	18.439	15
KH03	-60.0	48441.010	-39269.496	48441.001	-39269.500	9	4	KH03	-60.0	18.446	18.440	6

②往路と復路の較差の確認（測定精度）

U A V レーザーの計測結果による計測点座標 — 検証点座標

飛行対地高度 30m

有効計測角 60 度 以内 ； 合格（基準値±50mm 以内）

参考資料-5 TS（ノンプリズム方式）の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

現場におけるTS（ノンプリズム方式）の測定精度を確認するために、現場に設置した2箇所以上の計測点を設定し、TS（プリズム方式）とTS（ノンプリズム方式）で計測した計測結果精度確認試験を行う。

【測定精度】

計測範囲内で平面精度 $\pm 20\text{mm}$ 、鉛直精度 $\pm 20\text{mm}$ 以内

【解説】

受注者は、計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に2点以上の計測点を設定し、TS（プリズム方式）とTS（ノンプリズム方式）で計測した計測結果を比較し、その差が適正であることを確認する。

TS（ノンプリズム方式）の事前精度確認試験実施手順書（案）

1. 実施時期

精度確認試験は、現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用までにその精度確認試験を行うことが望ましい。

受注者は、本精度確認により、ノンプリズム方式にて所要の計測値が得られる場合に限り、これを確認した計測条件、視準距離の範囲内で、ノンプリズム方式を出来形計測に適用することができる。

2. 実施方法

①計測点の設定

計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に2点以上の計測点を設定する。

②TS（プリズム方式）による計測

計測点にプリズムを設置する。プリズムを付けるピンポールには、先端が平らなものを用い、ピンポール先端が路面の窪みに刺さらないようにする。ピンポールの下に平滑で小さいプレートを設置してもよい。この場合プレートの厚みを高さ計測値から差し引く。

プリズムをTSで視準し3次元座標を計測する。

③TS（ノンプリズム方式）による計測

プリズム方式による計測完了後、そのままプリズムを立てた状態を保ちながら、望遠鏡内の十字線をピンポールに沿わせて、ピンポール先端（石づき等）に合わせる。

ピンポールやプレートを計測点から外し、ノンプリズム方式にて3次元座標を計測する。

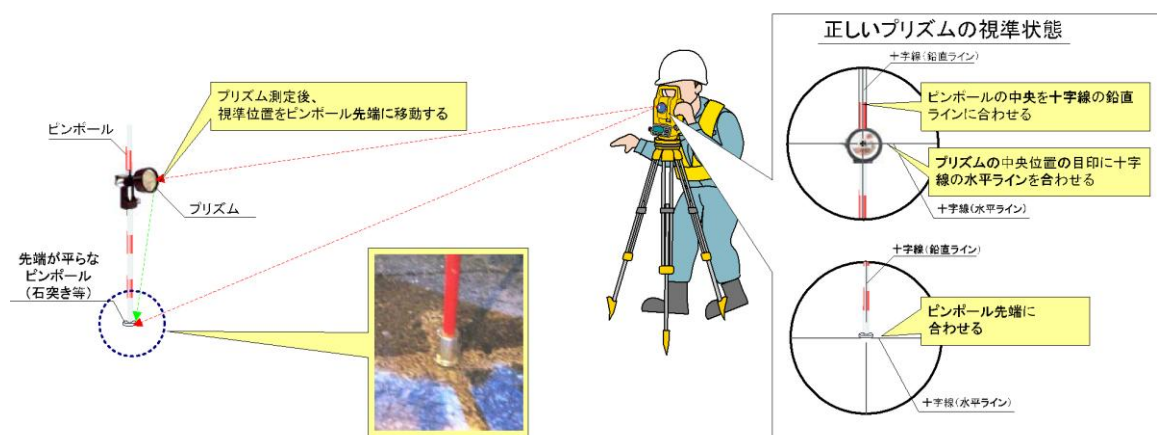


図1-9 プリズムを視準する位置

3. 評価基準

プリズム方式とノンプリズム方式で計測した計測結果を比較し、その差が適正であることを確認する。

表1-9 精度確認試験での精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
TS（プリズム方式）とTS（ノンプリズム方式）の計測座標値の較差	平面座標 ±20mm 以内 標高差 ±20mm 以内	現場内2箇所以上

4. 実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

（様式）

精度確認試験結果報告書

〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名 :
受 注 者 名 :
作 成 者 : 印

（1）試験概要

測定日	〇〇年〇〇月〇〇日
測定条件	天候：晴れ 気温：8℃
測定場所	〇〇工事 現場内
精度確認の対象機器	メーカー：(株)ABC社 測定装置名称：TS9800 測定装置の製造番号：T0123
検証機器（真値を計測する測定機器）	TS 機種名：〇〇〇（級別：〇級）
精度確認方法	・TS（プリズム方式）とTS（ノンプリズム方式） の、検証点の各座標の較差
検証機器と検証点との距離	〇〇m

（2）精度確認試験結果

検証点名：〇〇〇〇				
		x 座標	y 座標	z 座標
①真値の計測結果 (x, y, z)	1 点目	44044.720	-11987.655	17.890
	2 点目	44060.797	-11993.390	17.530
②TS（ノンプリズム方式）による計測結果 (x', y', z')	1 点目	44044.729	-11987.665	17.901
	2 点目	44060.812	-11993.404	17.543
③差の確認（測定精度） (x', y', z') - (x, y, z)	1 点目	0.009	0.010	0.011
	2 点目	0.015	0.014	0.013
x 成分（最大）＝0.015m（15mm）；合格（基準値±20mm 以内）				
y 成分（最大）＝0.014m（14mm）；合格（基準値±20mm 以内）				
z 成分（最大）＝0.013m（13mm）；合格（基準値±20mm 以内）				

参考資料-6 国土地理院で規定がないT S等光波方式の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

国土地理院で規定がないT S等光波方式の事前精度確認試験実施手順書（案）

1. 実施時期

精度確認試験は、現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用までにその精度確認試験を行うことが望ましい。

受注者は、本精度確認により、国土地理院で規定がないT S等光波方式にて所要の計測値が得られる場合に限り、これを確認した計測条件、計測距離の範囲内で、国土地理院で規定がないT S等光波方式を出来形計測に適用することができる。

2. 実施方法

①計測点の設定

計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に2点以上の計測点を設定する。

②T Sによる計測

計測点にプリズムを設置する。プリズムを付けるピンポールには、先端が平らなものを用い、ピンポール先端が路面の窪みに刺さらないようにする。ピンポールの下に平滑で小さいプレートを設置してもよい。この場合プレートの厚みを高さ計測値から差し引く。

プリズムをT Sで視準し3次元座標を計測する。

③国土地理院で規定がないT S等光波方式による計測

プリズム方式による計測完了後、望遠鏡のないタイプのものはプリズムを自動追尾する機能により3次元座標を計測する。

3. 評価基準

T Sと国土地理院で規定がないT S等光波方式で計測した計測結果を比較し、その差が適正であることを確認する。

表 1-10 精度確認試験での精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
T Sと国土地理院で規定がないT S等光波方式の計測座標値の較差	平面座標 ±20mm 以内 標高差 ±10mm 以内	現場内2箇所以上

4. 実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

(様式)

精度確認試験結果報告書

〇〇年〇〇月〇〇日
工 事 名 : _____
受 注 者 名 : _____
作 成 者 : _____ 印

(1) 試験概要

測定日	〇〇年〇〇月〇〇日
測定条件	天候：晴れ 気温：8℃
測定場所	(株)〇〇〇〇構内道路改修工事にて
精度確認の対象機器	メーカー：(株)ABC社 測定装置名称：ABC-123 測定装置の製造番号：ABC0123
検証機器（真値を計測する測定機器）	TS 機種名：〇〇〇（級別：〇級）
精度確認方法	・TSと国土地理院で規定がないTS等光波方式の、検証点の各座標の較差
検証機器と検証点との距離	〇〇m

(2) 精度確認試験結果

検証点名：〇〇〇〇				
		x 座標	y 座標	z 座標
①真値の計測結果 (x, y, z)	1 点目	44044.720	-11987.655	17.890
	2 点目	44060.797	-11993.390	17.530
②国土地理院で規定がないTS等光波方式 による計測結果 (x', y', z')	1 点目	44044.722	-11987.656	17.893
	2 点目	44060.802	-11993.394	17.533
③差の確認（測定精度） (x', y', z') - (x, y, z)	1 点目	0.002	0.001	0.003
	2 点目	0.005	0.004	0.003
x 成分（最大）=0.005m（5mm）；合格（基準値±20mm 以内） y 成分（最大）=0.004m（4mm）；合格（基準値±20mm 以内） z 成分（最大）=0.003m（3mm）；合格（基準値±10mm 以内）				

参考資料-7 高さ補正機能付きRTK-GNSS測量機の精度確認ガイドライン及びチェックシート

(様式)

令和〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名 : _____
 受 注 者 名 : _____
 作 成 者 : _____ 印

高さ補正機能付きRTK-GNSS測量機の精度確認チェックシート

メーカー : _____
 製品型番 : _____
 製造番号 発光側 : _____
 受光側 : _____

チェック 対象	視準距離 高低差 (m)	高さ計測点(m) (小数点第3位(mm単位)まで記入)		高さ計測値 の差(mm)	規定値 (判断基準)	確認 結果
		レベル (又はT S)	RTK-GNSS	③ (=②－①)		
		① z 座標	② z 座標			
＋側/－側 (上下限±5m)	水平距離	レベル/T S			「高さ計測値 の差(③欄)」 が、全 て ± 10mm以内か？	
	高低差					
本事前確認を実施した箇所 (例：設置した、又は後方交会した工事基準点)						
高さ補正装置のキャリブレーションの有無						

- 1)「視準距離」は「RTK-GNSS、TS、巻き尺」等を利用して計測した距離を記入する。
- 2)「高低差」は「RTK-GNSS、TS、巻き尺」等を利用して計測した高低差を±を付けて記入する。
- 3)「確認結果」欄は、「高さ計測値の差 ③」欄の全ての値が「規定値(判断基準)」の記載を満足することを確認した場合に“○”と記入する。

＜参考＞従来型のRTK-GNSSを用いた出来形管理の留意点

1. RTK-GNSSの特徴

受注者は、RTK-GNSSの効果のみならず、次のようなリスクも含めた特徴をよく理解した上で、現場導入の可否、当該現場導入による効果の有無を確認する必要がある。

1) 計測値の再現性が劣る

RTK-GNSSは、同じ地点を同じ状態で計測しても、衛星や大気の変動等により、出来形管理上は無視できないほど大きく異なる計測値を示す場合がある。

2) 測定精度が求められる鉛直方向の精度が劣る

土工の出来形管理では、水平方向（幅、法長）より鉛直方向（高さ）の規格値の方が厳しく、より高い測定精度が求められるが、一般的に、RTK-GNSSの鉛直方向の誤差は水平方向の1.5倍の大きさである。

3) 現場周辺の影響を受ける

RTK-GNSSは、衛星を利用した測位技術のため、計測には5基以上（GPSとGLONASSを併用する場合は6基以上）から受信する必要があり、上空に遮蔽物があると、計測不可能となる場合がある。また、ビル等による反射波（マルチパス）がある場合も、計測不可能となる場合がある。

4) 衛星の移動の影響を受ける

衛星は移動することから、時間帯により受信可能な衛星数が増減したり、ある方角に偏った配置となったり、遮蔽物の影響を受けたりすることで、計測不可能となる時間帯が発生する場合がある。

2. 現地検査時の対応

検査時の現場における出来形検測で、高さの規格値を超過した場合、その場で、レベル又はTSにより再計測を行い確認する。

参考資料-8 G N S S の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

G N S S の事前精度確認試験実施手順書（案）

下記に示す各技術の計測にG N S Sを用いる場合に適用する。

■空中写真測量（U A V）

標定点・検証点の計測（起工測量、岩線計測、部分払出来高計測）

■地上型レーザースキャナー（T L S）

標定点の計測（起工測量、岩線計測、部分払出来高計測）

■地上移動体搭載型レーザースキャナー（地上移動体搭載型L S）

標定点・検証点の計測（起工測量、岩線計測、部分払出来高計測）

■無人航空機搭載型レーザースキャナー（U A Vレーザー）

調整用基準点、検証点の計測（起工測量、部分払出来高計測）

1. 実施時期

精度確認試験は、現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用前にその精度確認試験を行うことが望ましい。

2. 実施方法

現場内の2箇所以上の既知点を利用し、G N S Sによる計測結果から得られる既知点の座標を計測する。

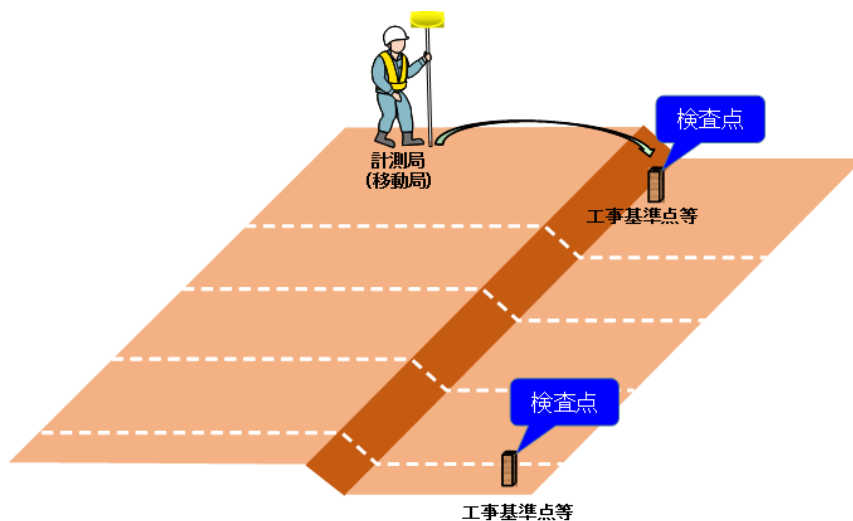


図1-10 精度確認の実施方法

3. 検査点の検測

真値となる検査点は、基準点あるいは、工事基準上などの既知点の座標値や、基準点及び工事基準点を用いて測量した座標値を利用する。

4. 評価基準

計測結果を既知点などの真値と比較し、その差が適正であることを確認する。

表 1-1 1 精度確認試験での精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
各座標値の較差	平面座標 $\pm 20\text{mm}$ 以内 標高差 $\pm 30\text{mm}$ 以内	現場内 2 箇所程度

5. 実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

(様式)

精度確認試験結果報告書

〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名 : _____
受 注 者 名 : _____
作 成 者 : _____ 印

(1) 試験概要

測定日	〇〇年〇〇月〇〇日
測定条件	天候：晴れ 気温：8℃
測定場所	〇〇工事 現場内
精度確認の対象機器	メーカー : (株)ABC社 測定装置名称：GNSS2000 測定装置の製造番号：R00891
検証機器（真値を計測する測定機器）	TS 機種名：〇〇〇 (級別：〇級)
精度確認方法	・ 検証点の各座標の較差

(2) 精度確認試験結果

検証点名：〇〇〇〇

		x 座標	y 座標	z 座標
①真値の計測結果 (x, y, z)	1 点目	44044.720	-11987.655	17.890
	2 点目	44060.797	-11993.390	17.530
②GNSSによる計測結果 (x', y', z')	1 点目	44044.700	-11987.644	17.870
	2 点目	44060.778	-11993.385	17.521
③差の確認（測定精度） (x', y', z') - (x, y, z)	1 点目	-0.020	-0.011	-0.020
	2 点目	-0.019	-0.005	-0.009

x 成分（最大）=-0.020m (-20mm)；合格（基準値±20mm 以内）

y 成分（最大）=-0.011m (-11mm)；合格（基準値±20mm 以内）

z 成分（最大）=-0.020m (-20mm)；合格（基準値±30mm 以内）

参考資料-9 G N S Sによる観測値の点検手順書及び点検記録簿

現場におけるG N S Sによる観測値の精度を確認するために、計測の開始時と終了時にG N S Sを用いた座標の計測を行い、観測値の点検を行う。

【測定精度】

各座標値の較差 平面座標 $\pm 20\text{mm}$ 以内、標高差 $\pm 30\text{mm}$ 以内

【解説】

受注者は、計測の開始時と終了時にG N S Sを用いた座標の計測を行い、既知点などの真値と比較し、その差が適正であることを確認する。

G N S Sによる観測値の点検手順書（案）

1. 実施時期

G N S Sによる観測値の点検は、計測ごとに行うこととする。点検は、連続する計測の開始時と終了時に実施する。

2. 実施方法

現場に設置した既知点を使用し、計測の開始時と終了時にG N S Sを用いた座標の計測を行う。

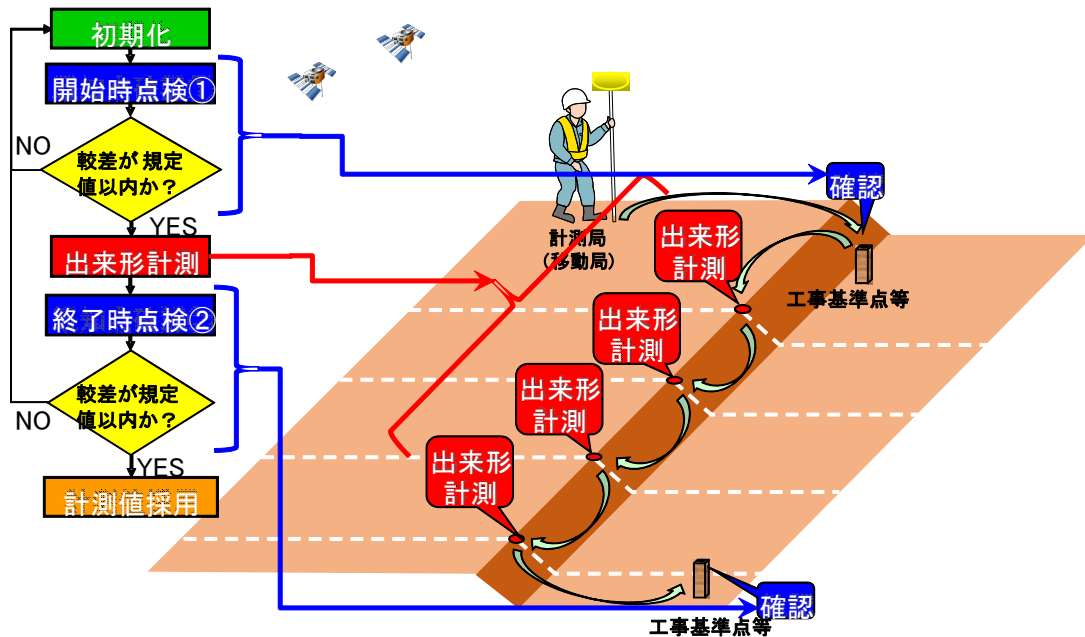


図1-11 点検の実施方法

3. 既知点の設置

真値となる既知点は、基準点あるいは、工事基準上などの既知点の座標値や、基準点及び工事基準点を用いて測量した座標値を利用する。

4. 評価基準

G N S Sによる計測結果を既知点などの真値と比較し、その差が適正であることを確認する。

表1-12 精度確認試験での精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
各座標値の較差	平面座標 ±20mm 以内 標高差 ±30mm 以内	計測の開始時と終了時

5. 実施結果の記録

観測値の点検結果を記録・提出する。

(様式)

令和〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名 : _____

受 注 者 名 : _____

作 成 者 : _____ 印

G N S Sによる観測値の点検記録簿

・観測値の点検記録

実施日		既知点		計測結果		座標間較差		判定基準
令和〇〇年〇〇月〇〇日	開始時	x	16027.322	x'	16027.320	Δx	-0.002 (-2mm)	$\Delta x \leq \pm 20\text{mm}$
		y	-88085.029	y'	-88085.024	Δy	-0.005 (-5mm)	$\Delta y \leq \pm 20\text{mm}$
		z	179.698	z'	179.682	Δz	-0.016 (-16mm)	$\Delta z \leq \pm 30\text{mm}$
	終了時	x	16011.757	x'	16011.750	Δx	-0.007 (-7mm)	$\Delta x \leq \pm 20\text{mm}$
		y	-88095.987	y'	-88095.987	Δy	0.000 (0mm)	$\Delta y \leq \pm 20\text{mm}$
		z	180.134	z'	180.157	Δz	0.023 (23mm)	$\Delta z \leq \pm 30\text{mm}$
令和〇〇年〇〇月〇〇日	開始時	x		x'		Δx		$\Delta x \leq \pm 20\text{mm}$
		y		y'		Δy		$\Delta y \leq \pm 20\text{mm}$
		z		z'		Δz		$\Delta z \leq \pm 30\text{mm}$
	終了時	x		x'		Δx		$\Delta x \leq \pm 20\text{mm}$
		y		y'		Δy		$\Delta y \leq \pm 20\text{mm}$
		z		z'		Δz		$\Delta z \leq \pm 30\text{mm}$
令和〇〇年〇〇月〇〇日	開始時	x		x'		Δx		$\Delta x \leq \pm 20\text{mm}$
		y		y'		Δy		$\Delta y \leq \pm 20\text{mm}$
		z		z'		Δz		$\Delta z \leq \pm 30\text{mm}$
	終了時	x		x'		Δx		$\Delta x \leq \pm 20\text{mm}$
		y		y'		Δy		$\Delta y \leq \pm 20\text{mm}$
		z		z'		Δz		$\Delta z \leq \pm 30\text{mm}$

※本様式で不足する場合は、本様式を複製し記載する。

参考資料-10 施工履歴データの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

施工履歴データの事前精度確認試験実施手順書

1. 実施時期

作業装置位置の測定精度確認のため、出来形管理範囲着工前にテスト作業による精度確認試験を現場ごとに1回実施する。また、作業期間中の精度を管理する目的で、静止状態での精度確認を日々実施することとする。なお、規程により認定され、規程の「別表2 申請者が公表を求める事項」について、認定事業者が精度確認方法を公表している場合は、本要領案に規定されている確認方法のほか、認定事業者が公表している精度確認方法によることができる。

2. 実施方法

1) テスト作業による精度確認（着工前の精度確認）

施工前に、ICT建設機械によるテスト作業を行い、施工履歴データの測定精度を確認する。確認は下記の①および②の方法によって行う。精度確認結果は、様式に従って記録する。

①実際に掘削整形作業、締固め作業を行う方法

本確認は、施工履歴データによる出来形管理を行う範囲の形状応じて、平場または法面にて1回実施する。施工に使用するICT建設機械を用い、現場内の適切な場所で整形作業、締固め作業を行う。作業中に施工履歴データを記録する。作業後、トータルステーション（TS）等で出来形を検測する。施工履歴データから求める出来形と、TS等光波方式で検測した点の3次元座標とを比較し、精度確認基準を満たすことを確認する。

【ICTバックホウの実施手順】

本施工を実施する前に、実際に掘削整形作業を行い、施工履歴データを取得する。ICTバックホウより取得した施工履歴データと真値（真値はTS等光波方式で計測）を比較し、真値との差異を確認する。この試験は、施工対象現場の条件を踏まえて、平場または法面において実施する。この試験は、本施工区間の一部で実施してもよい。試験施工を実施する範囲（広さ）については任意とするが、実施範囲内で1 m以上の離隔をもってTS等光波方式で計測した点を配置できるような範囲（広さ）で実施すること。検測箇所は16箇所以上とする。

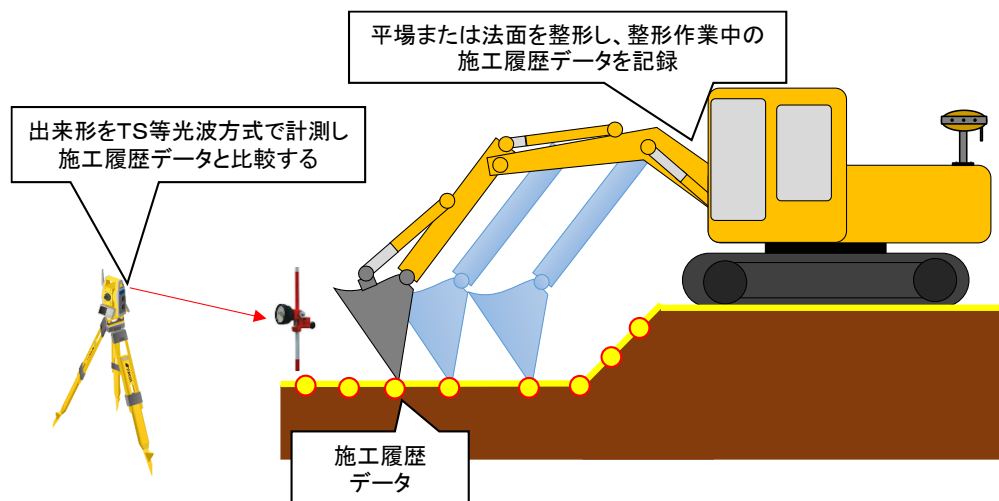


図1-12 ICTバックホウの実際に掘削作業を行う方法

【ICTブルドーザの実施手順】

本施工を実施する前に、実際に掘削整形作業を行い、施工履歴データを取得する。

ICTブルドーザより取得した施工履歴データと真値（真値はTS等光波方式で計測）を比較し、真値との差異を確認する。TSの計測点は、ブルドーザによる作業実施後、排土板下端の左右端点付近、または履帯下面の左右端点が通過したライン付近に設定する。この試験は、施工対象現場の条件を踏まえて、平場または法面において実施する。この試験は、本施工区間の一部で実施してもよい。

試験施工を実施する範囲（広さ）については任意とする。検測箇所は、2方向の走行を含めて、延べ12箇所以上とする。

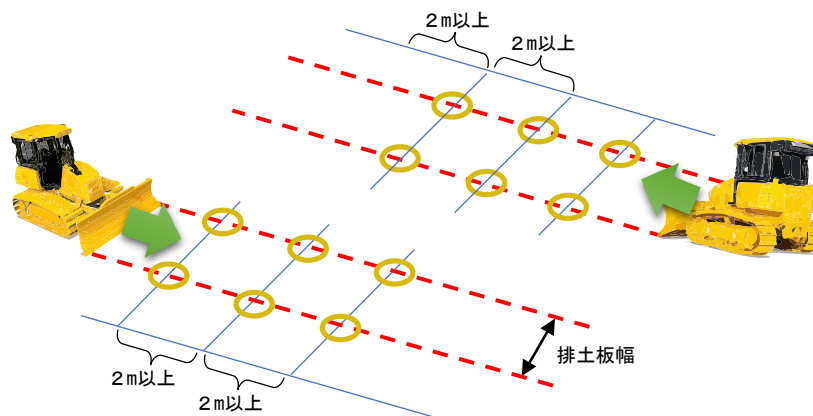


図1-13 ICTブルドーザの実際に掘削作業を行う方法

【3 DMGローラの実施手順】

本施工を実施する前に締固め作業を行い、施工履歴データを取得する。TSの計測点は、ローラによる締固め作業実施後、鉄輪の左右端点が通過したライン付近に設定する。

3 DMGローラより取得した施工履歴データと真値（真値はTS等光波方式で計測）を比較し、真値との差異を確認する。

この試験は、施工対象現場の条件を踏まえて、使用現場において最も傾斜が大きい場所で行う。この試験は、本施工区間の一部で実施してもよい。

試験施工を実施する範囲（広さ）については任意とするが、検測箇所は左右鉄輪接地点付近とする。検測箇所は、前進および後進の走行を対象に、延べ12箇所以上とする。

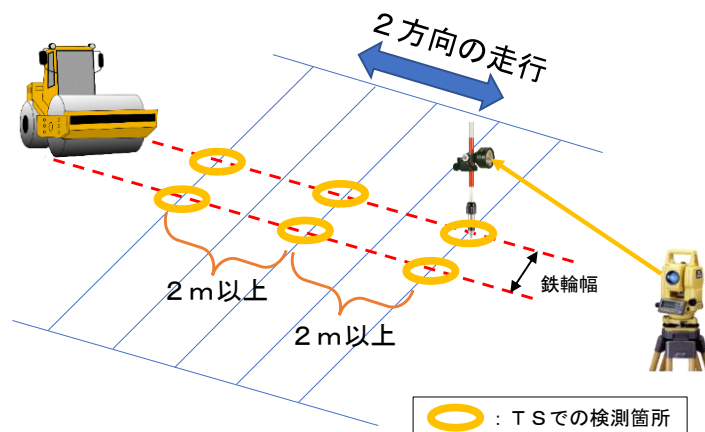


図1-14 ICT 3 DMGローラの実際に締固め作業を行う方法

② ICT建設機械の作業装置位置を計測する方法

ICT建設機械の施工履歴データと真値（真値はTS等光波方式で計測）を比較、差異を確認する。

【ICTバックホウの実施方法】

計測は、ケース1～7の7ケースの姿勢において、施工履歴データを記録する箇所にプリズムを設置し、TS等により精度を確認する。バケット背面の土と接する箇所の座標を施工履歴データとして記録することができるシステムを用いる場合は、刃先の精度確認試験を実施する7ケースのうち1ケースで、バケット背面の土と接する箇所における施工履歴の精度確認を追加で実施する。全てのケースで水平・標高の較差が±50mm以内であること。

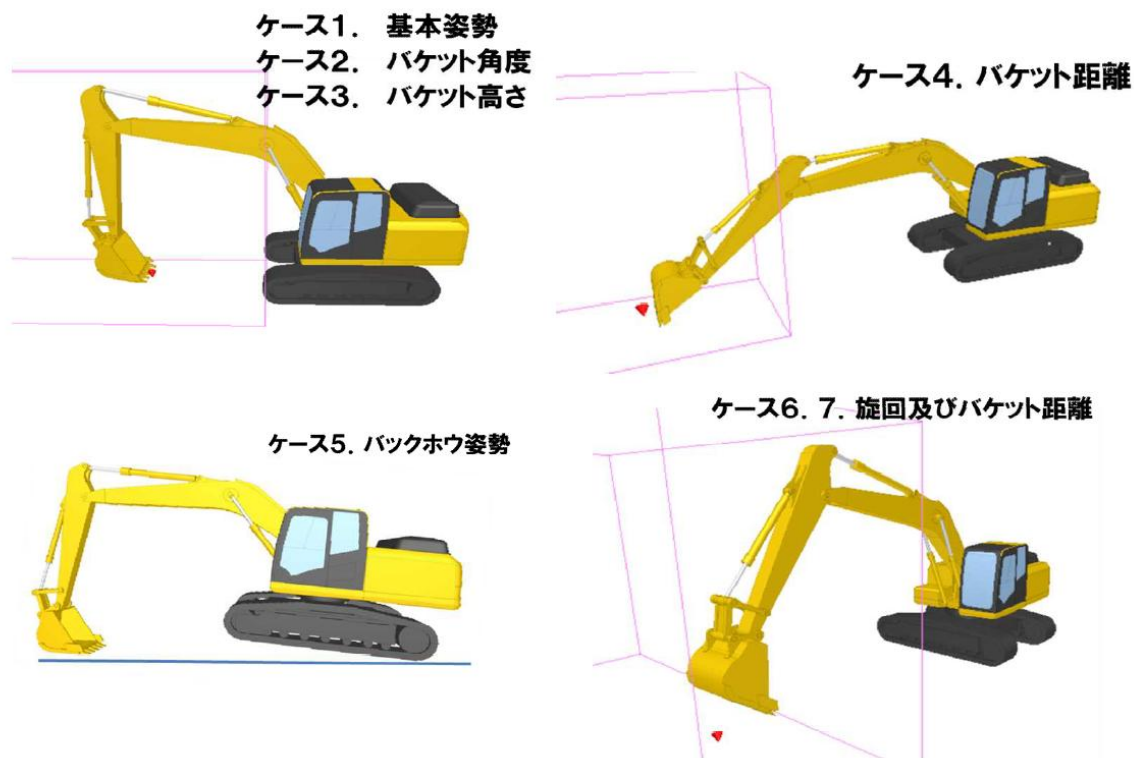


図1-15 ICTバックホウの作業装置位置の確認ケース

表1-13 ICTバックホウの作業装置位置の確認姿勢の設定例

	目標 バケット標高位置	目標 バケット角度	バケット距離	バックホウ姿勢	上部旋回体向き	備考
ケース1	0m	0度	近距離	水平	正面	比較基本姿勢
ケース2	0m	60度	近距離	水平	正面	バケット角度
ケース3	1.5m	0度	近距離	水平	正面	バケット高さ
ケース4	0m	0度	遠距離	水平	正面	バケット距離
ケース5	0m	0度	近距離	7.5度	正面	バックホウ姿勢
ケース6	0m	0度	近距離	水平	90度	旋回体向き
ケース7	0m	0度	遠距離	水平	90度	

※目標バケット標高位置、目標バケット角度は目安である。

【ICTブルドーザの実施方法】

ICTブルドーザから提供される排土板下端（左右端部）または履帯下面（左右端部）の位置とTS等光波方式の計測による計測結果との較差を算出し、水平位置及び標高（ Δx ， Δy ， Δz ）で $\pm 50\text{mm}$ 以内であることを確認する。

計測は、排土板については3ケースの異なる姿勢（排土板の角度）で実施する。履帯下面については3ケースで実施する。

各ケースについて、施工履歴を記録する点（排土板または履帯下面の施工履歴データを記録する箇所）を左右各1点ずつ計測する。

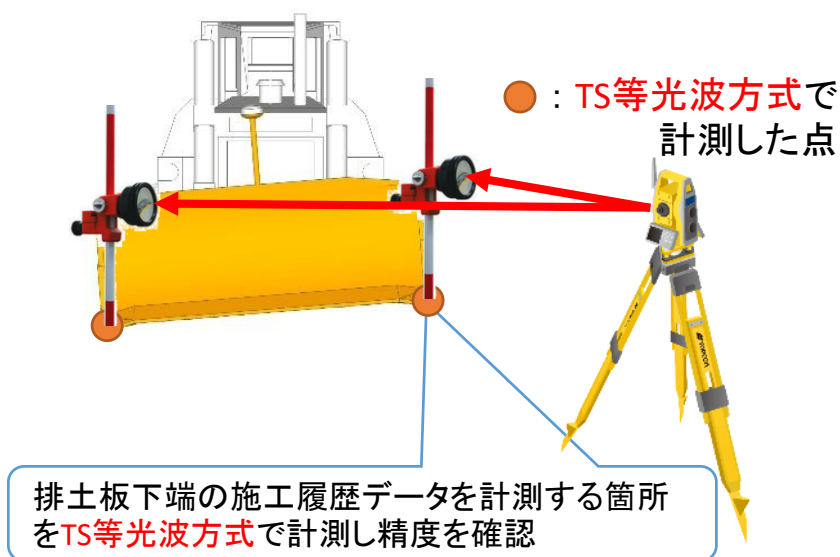


図1-16 ICTブルドーザの作業装置位置を確認する方法（排土板下端）

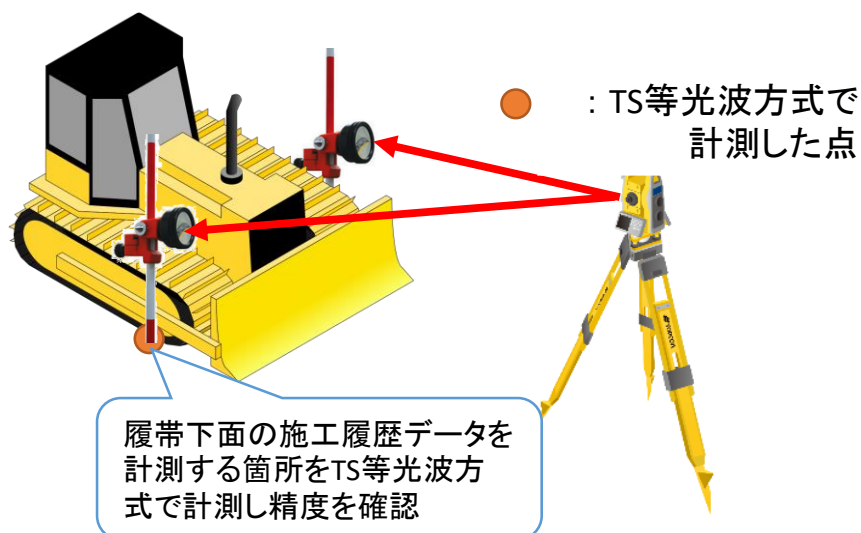


図1-17 ICTブルドーザの作業装置位置を確認する方法（履帯下面）

【3 DMG ローラの実施方法】

3 DMG ローラから提供される左右鉄輪接地点とT S等光波方式の計測による計測結果との較差を算出し、水平位置及び標高（ Δx ， Δy ， Δz ）全てで $\pm 50 \text{ mm}$ 以内であることを確認する。

計測は、3 DMG ローラの縦断勾配が施工対象現場の設計形状から最大の傾斜を読み取り、3 DMG ローラのピッチング角が最大傾斜と同等程度となる場所に設置したケース、ローリング角が最大傾斜と同等程度となるように設置したケース、および平坦に近い状態で設置したケースの3ケースについて実施する。

各ケースについて、施工履歴を記録する点（鉄輪接地点）を左右各1点ずつ計測する。

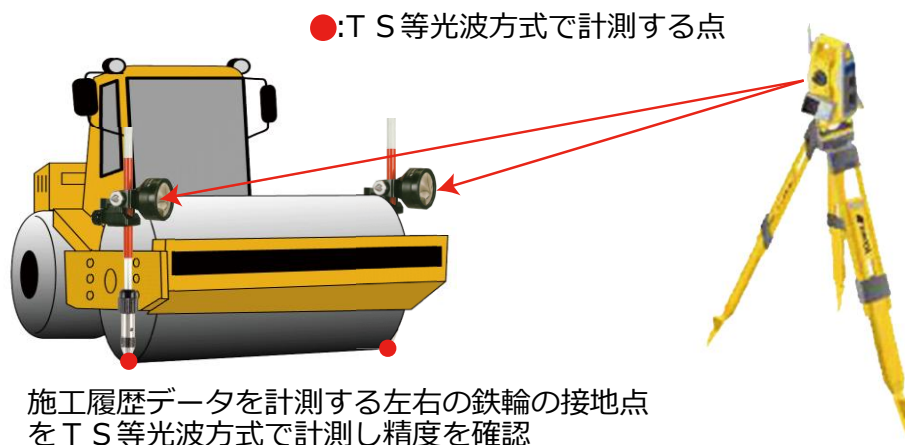


図1-18 3 DMG ローラの作業装置位置を確認する方法（左右鉄輪接地点）

2) 施工期間中の日々の精度確認

評価方法は、ICT建設機械から提供される作業機位置座標と、既知点、またはTS等光波方式により計測した座標との較差を算出し、水平・標高較差が精度確認基準に示す基準値以内であることを確認する。なお、本精度確認試験の確認点数は1点とする。

ICTバックホウ、ICTブルドーザ、3DMGローラのいずれの場合も、バケット形状や鉄輪・履帯の厚み・形状を考慮して、施工履歴の標高計測値を一定寸法だけオフセットして記録しているシステムについては、TS等光波方式による高さ計測値と、オフセットした施工履歴データとの比較により精度を検証してもよい。また、直接ピンポールで施工履歴計測点を計測できない場合は、オフセットした点で精度確認を実施してもよい。

試験結果は提出する必要はないが、監督職員の求めに応じて提出できるように保管すること。

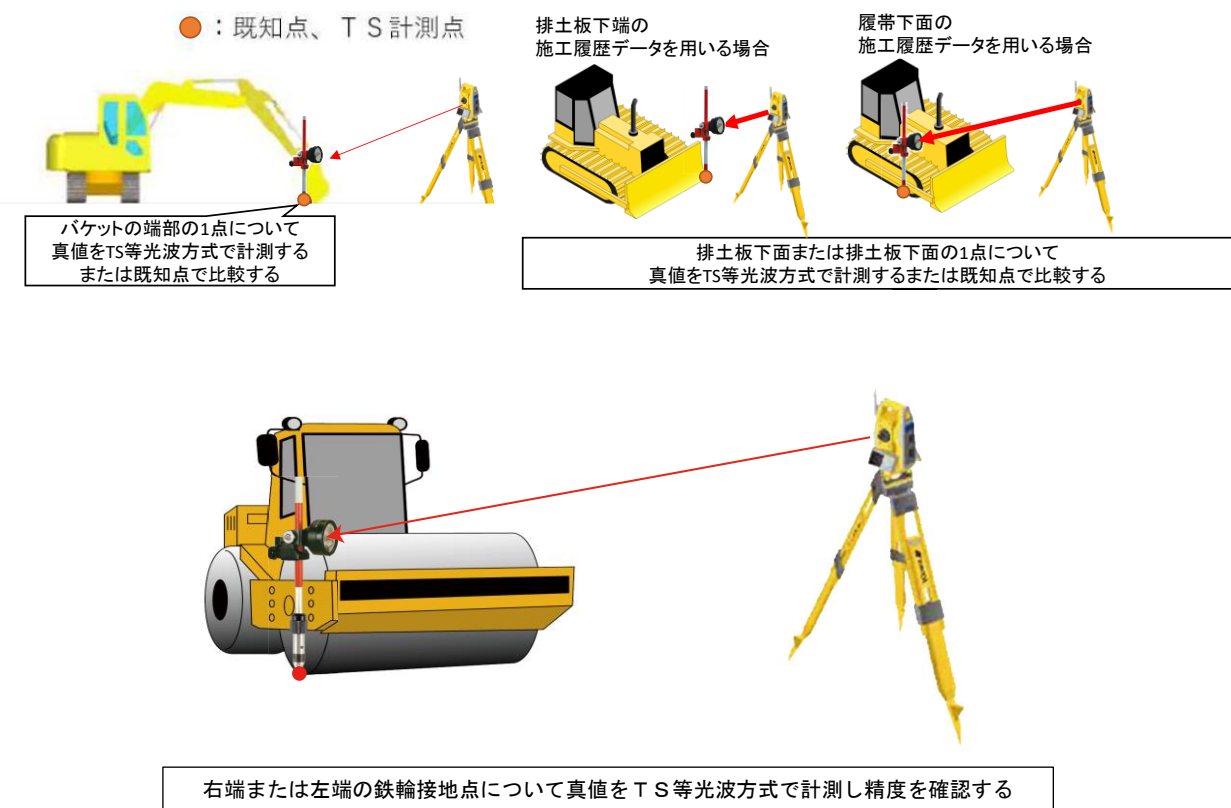


図1-19 標準的な確認方法

計測結果を従来手法による計測結果と比較し、その差が次表の測定精度を満足することを確認する。

表 1-14 精度確認試験での精度確認基準

計測	測定精度	計測密度
部分払い 出来高計測	■ICTバックホウ・ICTブルドーザ・3DMGローラ(①②どちらかを実施) 【①実際に掘削・整形作業を行う方法】 法面または平場で下記の精度を確認する 水平・鉛直方向(Δx、Δy、Δz) 各±200mm 以内 【②ICT建設機械の作業装置位置を計測する方法】 鉛直方向(Δz) ±50mm 以内	1 点以上/1 m ² (1m×1m メッシュ)
出来形計測	■ICTバックホウ・ICTブルドーザ(①②両方実施) 【①実際に掘削・整形作業を行う方法】 法面または平場で下記の精度を確認する 水平・鉛直方向(Δx、Δy、Δz) 各±50mm 以内 【②ICT建設機械の作業装置位置を計測する方法】 水平・鉛直方向(Δx、Δy、Δz) 各±50mm 以内	1 点以上/1 m ² (1m×1m メッシュ)
	■3DMGローラ(①、②両方実施) 【①実際に締固め作業を行う方法】 平場で下記の精度を確認する 水平・鉛直方向(Δx、Δy、Δz) 各±50mm 以内 【②ICT建設機械の作業装置位置を計測する方法】 水平・鉛直方向(Δx、Δy、Δz) 各±50mm 以内	1 点以上/1 m ² (1m×1m メッシュ)

施工履歴を用いた管理 の適用対象	測定精度
出来形計測	■<u>ICTバックホウ・ICTブルドーザ・3DMGローラ</u> 水平・鉛直方向(Δx、Δy、Δz) 各±50mm 以内

4. 日々の出来形確認

施工履歴データにより出来形管理を実施する範囲の整形作業実施後、出来形が「出来形管理基準及び規格値」に記載の面管理の場合の規格値を満足していることを計測により確認する。出来形確認の計測方法にはT S等光波方式を用い、計測点数は1日の施工範囲に対して3点以上とする。計測点は計測員が安全に立ち入れる範囲内で、1日の施工範囲に対して偏りなく配置すること。計測は日々の施工完了後に計測を行うことを基本とするが、G N S S衛星の測位状況が悪化しないことが予測されている場合や、数日の施工・計測により、良好な精度が得られている場合は、数日分の計測をまとめて1回で実施してもよい。ここで1日の施工範囲とは、整形作業等を実施した日に整形作業が完了した範囲のことを指す。

出来形管理結果は次図に示す様式で記録し、監督職員の求めに応じて提出できるように保管する。

日々の出来形確認結果

[illegible]

図 1-20 日々の出来形確認結果 様式

5. 実施結果の記録

「2. 1) テスト作業による精度確認」及び「2. 2) 日々の精度確認」の実施結果を記録・提出する。

本管理要領（案）に、作業装置位置の取得精度に関する記録シートを示す。

本結果を提出する場合、「施工履歴データによる土工の出来高算出要領（案）」及び「ＩＣＴ建設機械精度確認要領（案）」において、求められている精度確認の実施は省略する。

6. 精度管理値を満足しない場合の対応

精度確認試験で精度管理値を満足できない場合は、ICT建設機械のキャリブレーションを再度実施し、精度を是正した後、再試験を行う。

【「①実際に掘削・整形作業を行う方法」についての解説】

T S等光波方式で計測した点と施工履歴データ（点群データまたはこれらをつないだT I Nデータ）との、 x 、 y 、 z 座標の差（ Δx 、 Δy 、 Δz ）を求め、これらが各 $\pm 50\text{mm}$ 以内であることを確認する。

T S等光波方式で計測した点とT I Nデータを比較する場合は、T I N内の点（T S等光波方式で計測した点の近傍にあるT I Nの面上に、施工者の判断で点を選定できる）と、T S等光波方式で計測した点との x 、 y 、 z 座標の差を Δx 、 Δy 、 Δz とする。

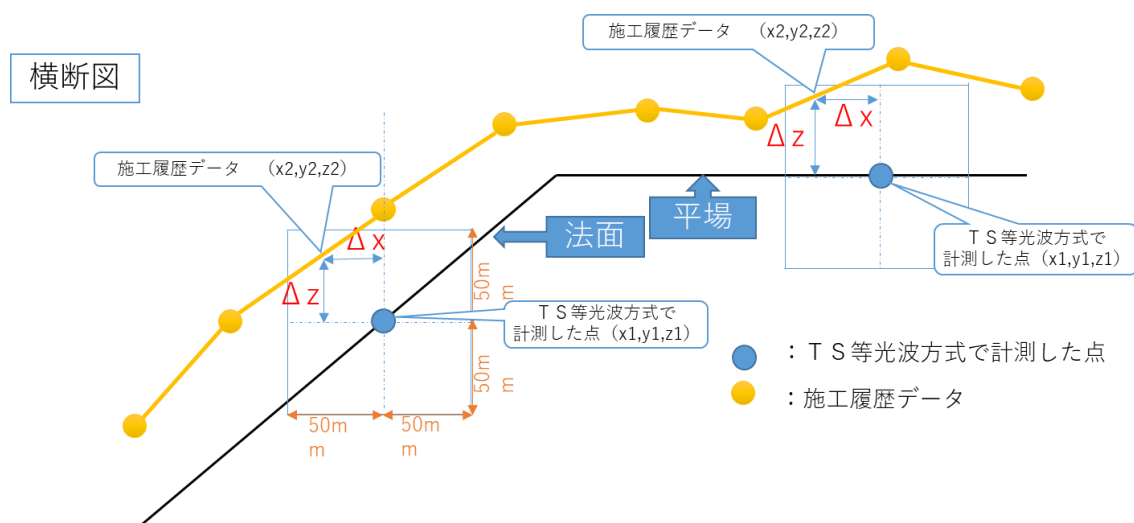


図1-21 ①実際に掘削・整形作業を行う方法

(様式)

精度確認試験結果報告書

〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名 : _____
受 注 者 名 : _____
作 成 者 : _____ 印

(1) 試験概要

測定日	〇〇年〇〇月〇〇日
測定条件	天候：晴れ 気温：8℃
測定場所	〇〇工事 現場内
精度確認の対象機器	メーカー：(株)ABC社 測定装置名称：SR420 測定装置の製造番号：SN00022
検証機器（真値を計測する測定機器）	T S 機種名：〇〇〇（級別：〇級）
精度確認方法	・施工履歴データの取得による計測標高と、T S 等光波方式による計測標高との較差

(2) 精度確認試験結果

差の確認（鉛直方向の測定精度）

施工履歴データの取得による計測標高 — T S 等光波方式による計測標高

①実際に掘削・整形作業を行う方法

較差	点番	平場※		
		Δx	Δy	Δz
	1	31mm	20mm	35mm
	2	21mm	10mm	28mm
	3	19mm	33mm	14mm
	・	・	・	・
	・	・	・	・
	・	・	・	・
基準		±50mm 以内		
合否		合格		

※本確認は、施工履歴データによる出来形管理を行う範囲の形状に応じて、平場または法面にて1回実施する。

②ICT建設機械の作業装置位置を計測する方法

較差	点番	各測点における差		
		Δx	Δy	Δz
	1	25mm	34mm	24mm
	2	16mm	11mm	13mm
	3	19mm	38mm	19mm
	・	・	・	・
	・	・	・	・
	・	・	・	・
基準		±50mm 以内		
合否		合格		

参考資料-11 地上写真測量の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

現場における地上写真測量の測定精度を確認するために、現場に設置した2箇所以上の既知点を使用し地上写真測量から得られた計測点群データ上の検証点の座標と既知点座標を比較し精度確認試験を行う。

【測定精度】

各座標値の較差 x, y, z それぞれ $\pm 50\text{mm}$ 以内

【解説】

受注者は、利用する機器の特徴を十分に把握した上で、精度管理用の検証点を撮影対象範囲の内部に200m以内の間隔となるように設置する。計測範囲が狭い場合については、最低2箇所設置する。

受注者は、設置した検証点における既知点の座標値（基準点あるいは、工事基準点などの既知点の座標値や、基準点及び工事基準点を基にTSで計測した座標値）と、地上写真測量を用いて計測した結果から得られる検証点の座標値を比較し $\pm 50\text{mm}$ 以内であることを確認する。

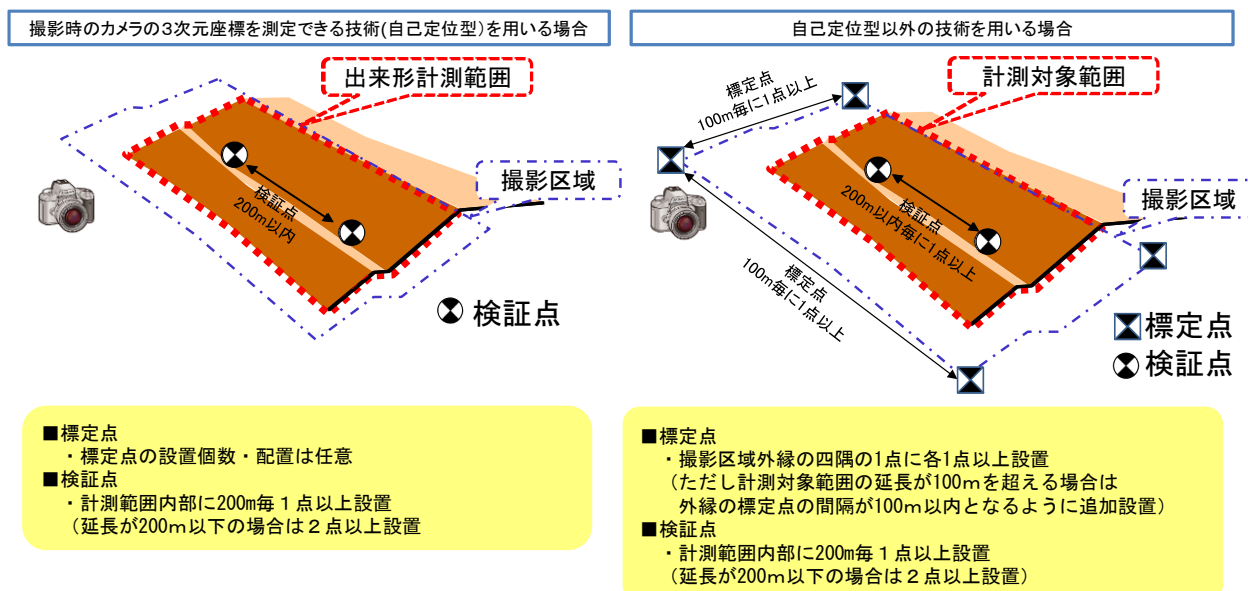


図1-22 精度確認試験の配置イメージ図

地上写真測量の精度確認試験実施手順書（案）

1. 実施時期

地上写真測量の精度確認は、撮影後、写真測量ソフトウェアにより計測点群データを算出する際に行う。本精度確認は、地上写真測量による計測ごとに行うものとする。

2. 実施方法

現場に設置した既知点を使用し、地上写真測量から得られた計測点群データ上の検証点の座標の計測を行う。

3. 検証点の設置

真値となる座標値は、基準点あるいは、工事基準上などの既知点の座標値や、基準点及び工事基準点を用いて測量した座標値を利用する。

4. 評価基準

地上写真測量による計測結果を既知点などの真値と比較し、その差が適正であることを確認する。

表 1-1 5 精度確認試験での精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
各座標値の較差	±50mm 以内	設置された検証点すべてで実施

5. 実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

(様式)

カメラキャリブレーション及び精度確認試験結果報告書

〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名 :
受 注 者 名 :
作 成 者 : 印

(1) カメラキャリブレーションの実施記録

カメラキャリブレーション実施年月	令和〇〇年〇〇月〇〇日
作業機関名	
実施担当者	
使用するデジタルカメラ	メーカー : (製造メーカー名) 測定装置名称 : (製品名、機種名) 測定装置の製造番号 : (製造番号)

※カメラに汎用機を用いない場合 (GNSS 等とカメラが一体化した専用機および専用の解析ソフトウェアを用いる場合等) で、I C T出荷時にカメラキャリブレーションが実施済みであり、この結果が解析ソフトに解析の与条件として入力されている等により、現場毎にカメラキャリブレーションを実施する必要が無い技術の場合には、「地上写真測量専用システムを使用するため現場毎のカメラキャリブレーションは実施不要」と記載する。

(2) 試験概要

精度確認試験実施年月	〇〇年〇〇月〇〇日
作業機関名	
実施担当者	
測定条件	天候 : 晴れ 気温 : 8℃
測定場所	〇〇工事 現場内
検証機器 (真値を計測する測定機器)	T S 機種名 : 〇〇〇 (級別 : 〇級)
精度確認方法	既知点の座標較差
精度検証対象機器と既知点の距離	〇m

(3) 精度確認試験結果

検証点名 : 〇〇〇〇			
	x 座標	y 座標	z 座標
①地上写真測量による確認 (x , y , z)	44044.725	-11987.621	17.894
②T Sによる検証点の確認 (x ' , y ' , z ')	44044.700	-11987.638	17.870
③差の確認 (測定精度) (x ' , y ' , z ') — (x , y , z)	0.025	0.017	-0.024
x 成分 (最大) = 0.025m (25mm) ; 合格 (基準値±50mm 以内) y 成分 (最大) = 0.017m (17mm) ; 合格 (基準値±50mm 以内) z 成分 (最大) = -0.024m (-24mm) ; 合格 (基準値±50mm 以内)			

参考資料-12 断面管理にRTK-GNSSを用いる場合の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

RTK-GNSSの精度確認試験実施手順書（案）

1. 適用範囲

土工の出来形計測（断面管理の場合）において、RTK-GNSSを用いる場合に適用する。

2. 実施時期

精度確認試験は、現場の計測と同時に実施することも可能であるが、出来形計測を実施する直前にその精度確認試験を行うことが望ましい。

なお、この計測精度確認に加えて、計測毎の精度確認を「参考資料-9 GNSSによる観測値の点検手順書及び点検記録簿」に従って実施する。

3. 実施方法

現場座標系のローカライゼーションを実施後、現場内の既知点または検証点に移動局を設置して、機器を静止した状態で、10epoch 観測を連続して2時間以上計測した結果を確認する。ここで epoch とはGNSSによる測定データの数のことであり、1秒ごとに計測を行うRTK-GNSSを用いる場合は10秒間の観測で得られた10個のデータの平均値が10epoch 観測の計測結果となる。

検証点の計測については、4級基準点及び3級水準点と同等以上の精度が得られる計測方法をとる。

現場内で樹木や構造物によって上空視界が悪く受信衛星数が少なくなることが懸念される箇所での使用は望ましくない。これらの箇所についてはTS等の所要の計測精度を有する他の計測方法による補間計測を行うこととする。

4. 評価方法

$$\mu + 2\sigma \leq \pm 10 \text{ mm} ※$$

ここで、 μ ：標高較差の平均値

σ ：標高較差の標準偏差

5. 実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

(様式)

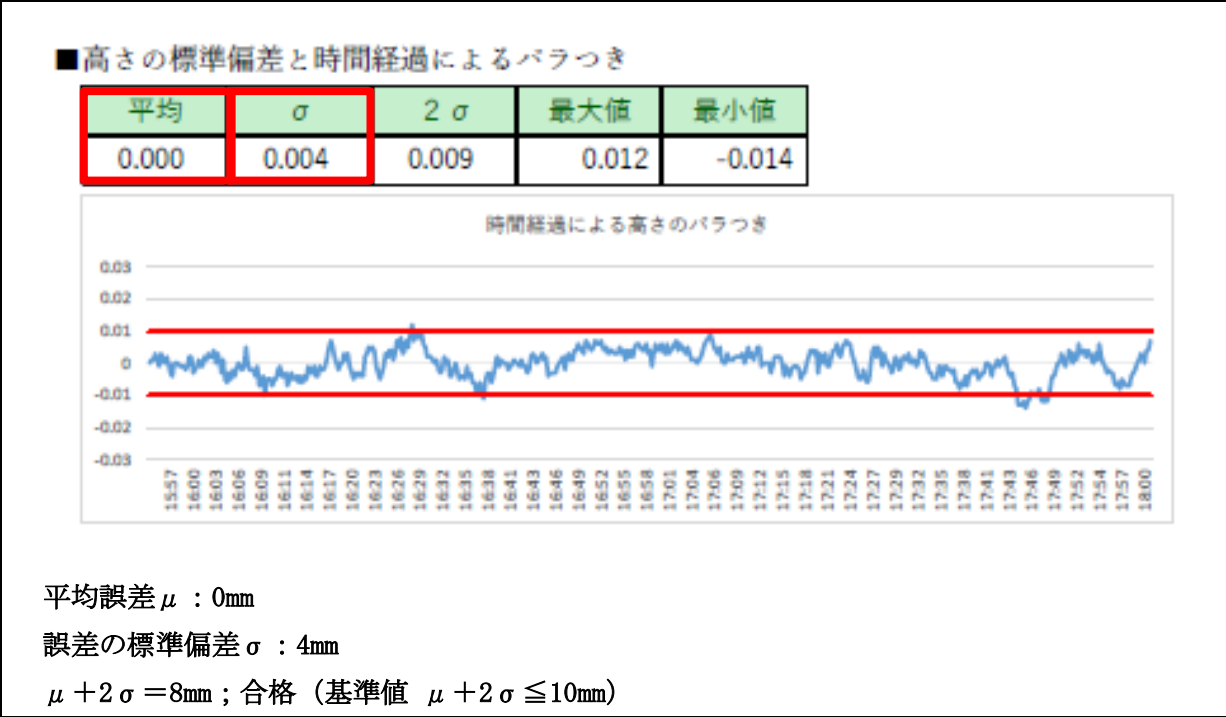
精度確認試験結果報告書

〇〇年〇〇月〇〇日
工 事 名 :
受 注 者 名 :
作 成 者 : 印

(1) 試験概要

測定日	〇〇年〇〇月〇〇日
測定条件	天候：晴れ 気温：8℃
測定場所	〇〇工事 現場内
精度確認の対象機器	メーカー：(株)ABC社 測定装置名称：GNSS2000 測定装置の製造番号：R00891
検証機器（真値を計測する測定機器）	TS 機種名：〇〇〇（級別：〇級）
精度確認方法	・既知点と標高計測値（2時間）の較差

(2) 精度確認試験結果



参考資料-13 傾斜補正機能付きプリズムの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

傾斜補正機能付きプリズムの事前精度確認試験実施手順書（案）

1. 実施時期

精度確認試験は、利用の12か月前以内に1回以上実施されているものとする。

受注者は、本精度確認により、用途別に定められた要求精度を満足することを確認した計測条件の範囲内で出来形管理等に用いることができる。

2. 精度確認の実施方法

①計測点の設定

計測機器本体から被計測対象の最大測距離以内（TSから計測点までの斜距離を、3級を使用する場合は100m以内、2級TSを使用する場合は150m以内）となる位置に2点以上の計測点を設置する。

②TS等光波方式の計測

計測点にプリズム及びポールを鉛直に設置し、3次元座標を計測する。

③傾斜補正機能を用いた計測

計測点に傾斜補正機能付きプリズムを設置する。ポールの傾斜を出来形等の計測時に想定される最大の傾斜に設定し、3次元座標を計測する。

3. 評価基準

プリズム及びポールを鉛直に立てた状態で計測した3次元座標と、傾斜させた状態で計測し、傾斜補正機能を用いて補正した3次元座標を比較し、その差が適正であることを確認する。

表1-16 精度確認試験での精度確認基準

出来形 管理方法	用途	精度確認基準	備考
断面管理 の場合	起工測量、岩線計測	平面座標 ±20 mm以内 標高差 ±10 mm以内	現場内2箇所以上
	部分払い出来高計測		
	出来形計測		
面管理 の場合	起工測量、岩線計測		
	部分払い出来高計測		
	出来形計測		

4. 実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

(様式)

精度確認試験結果報告書

〇〇年〇〇月〇〇日
工 事 名 :
受 注 者 名 :
作 成 者 : 印

(1) 試験概要

測定日	〇〇年〇〇月〇〇日
測定条件	天候：晴れ 気温：8℃
測定場所	(株)〇〇〇〇 構内にて
精度確認の対象機器	メーカー : (株)ABC社 測定装置名称：ABC-123 測定装置の製造番号：ABC0123
検証機器（真値を計測する測定機器）	TS 機種名：〇〇〇 （級別：〇級）
精度確認方法	・ TS と傾斜補正機能付きプリズムで計測した各座標の較差
検証機器と既知点の距離	〇m

(2) 精度確認試験結果

検証点名：〇〇〇〇				
傾斜補正機能付きプリズムによる計測時のポールの傾斜：15°				
		x 座標	y 座標	z 座標
①真値の計測結果 (x, y, z)	1 点目	18099.980	4432.150	168.158
	2 点目	18003.679	4439.261	163.219
②傾斜補正機能付きプリズムによる計測結果 (x', y', z')	1 点目	18099.981	4432.153	168.159
	2 点目	18003.680	4439.261	163.221
③差の確認（測定精度） (x', y', z') - (x, y, z)	1 点目	0.001	0.003	0.001
	2 点目	0.002	0.000	0.002
x 成分（最大）=0.002m (2mm)；合格（基準値±20mm 以内）				
y 成分（最大）=0.003m (3mm)；合格（基準値±20mm 以内）				
z 成分（最大）=0.002m (2mm)；合格（基準値±10mm 以内）				

参考資料-14 地上移動体搭載型プリズムの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

地上移動体搭載型プリズムの事前精度確認試験実施手順書（案）

1. 実施時期

精度確認試験は、現場ごとに実施する。

地上移動体搭載型プリズムの構造・寸法を変更した場合はその都度、精度確認試験を実施する。
受注者は、本精度確認により、用途別に定められた要求精度を満足することを確認した計測条件の範囲内で出来形管理等に用いることができる。

2. 精度確認の実施方法

2.1 機器の仕様及び現場設置の確認

地上移動体搭載型プリズムは、移動しながらの計測時、計測対象面の縦断勾配の影響を受けてプリズムが傾斜するが、この傾斜によって生じる3次元座標の誤差を補正しないものを用いる場合は、計測範囲内での最大勾配以上となった状態での高さ計測値の誤差の理論値をプリズムの傾斜及びプリズム高さをを用いて幾何的に計算し、これが用途別に定められた要求精度を満足することを確認する。

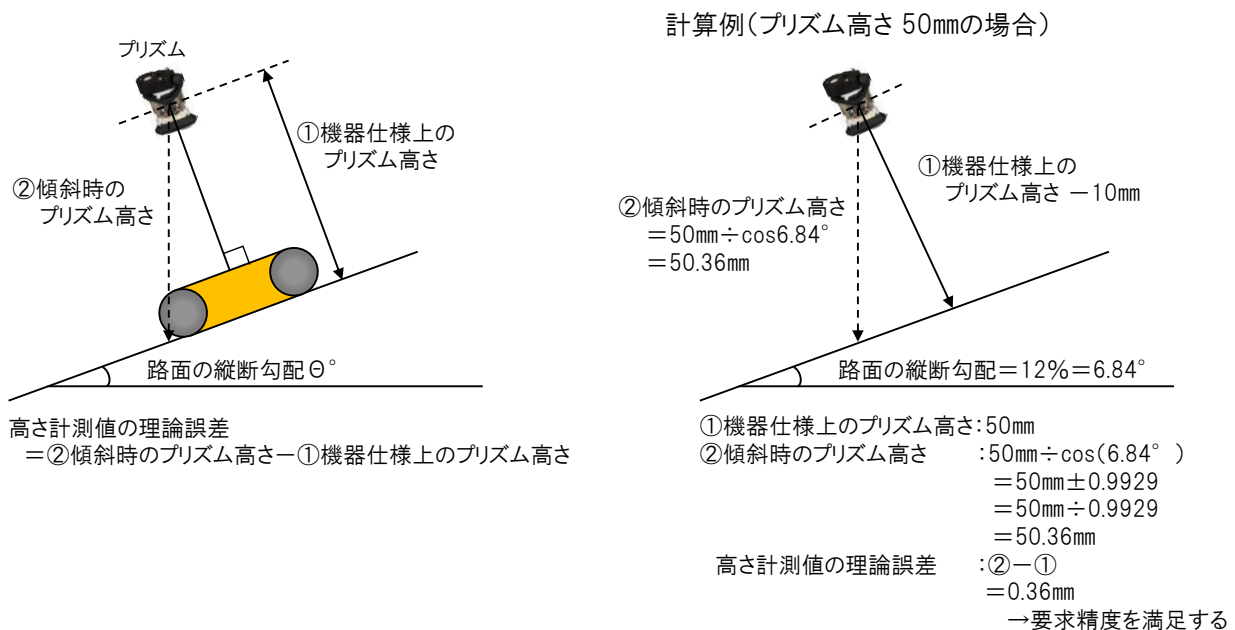


図1-23 計測値の理論誤差の計算例

2.2 実測による精度確認

以下の手順により、要求精度に対して最も不利となる条件を設定して、実測による精度確認を実施する。

①計測点の設定

地上移動体搭載型プリズムにより、3次元座標を計測する測線を設定する。地上移動体搭載型プリズムは、計測対象面の傾斜が大きくなるほど誤差が増大する傾向があるため、以下の2ケース実施する。

(ケース 2) 計測範囲内での設計上の最大勾配を下る方向に進むケース

②地上移動体搭載型プリズムによる計測

③TS等光波方式による計測

同一の平面位置 (x, y) における地上移動体搭載型プリズムと TS による高さ (z) の計測値を比較し、高さ誤差を求める。

10 点の高さ誤差が適正であることを確認する。

表 1-17 精度確認試験での精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
・ 10 点の高さ誤差の平均値＋（10 点の高さ誤差の標準偏差）× 2 が精度確認基準を満足することを確認する ・ 比較は計測範囲内での設計上の最大勾配を、上る方向に進むケースと下る方向に進むケースについて行う。	【高さの要求精度】 起工測量、岩線計測 ： ±100 mm以内 部分払い出来高計測 ： ±200 mm以内 出来形計測 ： ± 50 mm以内	精度確認基準を満足する 最大移動速度を確認する

精度確認の実施結果を記録・提出する。

(様式)

精度確認試験結果報告書

〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名 : _____
受 注 者 名 : _____
作 成 者 : _____ 印

(1) 試験概要

測定日	〇〇年〇〇月〇〇日
測定条件	天候：晴れ 気温：8℃
測定場所	(株)〇〇〇〇 構内にて
精度確認の対象機器	メーカー：(株)ABC社 測定装置名称：TS9800 測定装置の製造番号：T0123
検証機器（真値を計測する測定機器）	TS 機種名：〇〇〇 (級別：〇級)
精度確認方法	・TS（プリズム方式）とTS（地上移動体搭載型プリズム）の高さ較差
検証機器と既知点の距離	〇m

(2) 精度確認試験結果

検証点名：〇〇〇〇

地上移動体搭載型プリズムによる計測と機のプリズム高：50mm

路面勾配：下り 12.3%						路面勾配：上り 12.3%					
点名	X	Y	① z (移動型プリズム)	② z (TS)	①-② 計測誤差 (mm)	点名	X	Y	① z (移動型プリズム)	② z (TS)	①-② 計測誤差 (mm)
5110	-88057.7	16036.15	185.763	185.756	7	5120	-88066	16030.83	184.618	184.612	6
5111	-88058.7	16035.57	185.645	185.639	6	5121	-88065	16031.42	184.738	184.732	6
5112	-88059.6	16034.94	185.517	185.505	12	5122	-88064.2	16031.99	184.852	184.842	10
5113	-88060.6	16034.32	185.371	185.361	10	5123	-88063.2	16032.59	184.985	184.983	2
5114	-88061.5	16033.75	185.242	185.236	6	5124	-88062.3	16033.23	185.118	185.111	7
5115	-88062.4	16033.1	185.098	185.101	-3	5125	-88061.4	16033.78	185.249	185.24	9
5116	-88063.4	16032.48	184.958	184.946	12	5126	-88060.4	16034.39	185.39	185.385	5
5117	-88064.2	16031.9	184.834	184.827	7	5127	-88059.5	16035.04	185.533	185.53	3
5118	-88065.1	16031.35	184.73	184.721	9	5128	-88058.6	16035.58	185.646	185.643	3
5119	-88066	16030.82	184.615	184.604	11	5129	-88057.8	16036.15	185.761	185.755	6
平均誤差 (mm)					7.7	平均誤差 (mm)					5.7
最大誤差 (mm)					-3	最大誤差 (mm)					2
誤差の標準偏差 σ (mm)					4.2	誤差の標準偏差 σ (mm)					2.5
平均誤差 μ : 7.7mm 誤差の標準偏差 σ : 4.2mm μ + 2σ = 7.7 + 4.2 × 2 = 16.1mm						平均誤差 μ : 5.7mm 誤差の標準偏差 σ : 2.5mm μ + 2σ = 5.7 + 2.5 × 2 = 10.7mm					
基準値 μ + 2σ ≤ 50mm (土工の出来形計測の場合)											
合格											

参考資料-15 GNSS-TLSの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

GNSS-TLSの事前精度確認試験実施手順書（案）

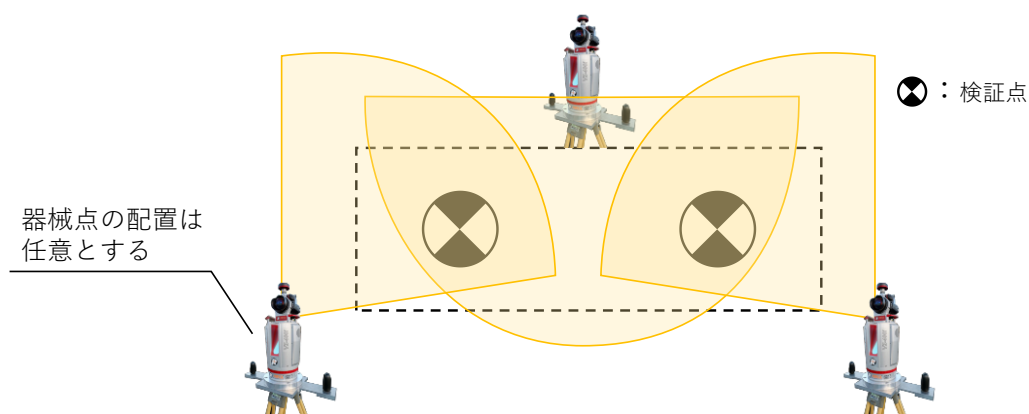
1. 実施時期

精度確認試験は、計測を行うまでに現場において1回実施する。

2. 実施方法

GNSS-TLSの測定精度を確認するために、現場に設置した2箇所以上の検証点の3次元座標とGNSS-TLSで計測した点群データ上の検証点の座標を比較し、所要の精度があることを確認する。

GNSS-TLSは、RTK-GNSSによってTLSの器械位置を定位できるため、標定点の設置は任意とすることができるが、RTK-GNSSの測位精度は衛星からの電波受信状況等の影響により、水平方向に最大20～30mm程度生じる可能性があることから、「4. 評価基準」に示す要求精度が得られない場合は標定点を設置して試験を実施するとともに、出来形計測時も精度確認試験時と同等の頻度で標定点を設置すること。



※計測対象範囲（延長、幅は所要の精度でスキャンできる範囲の半径を考慮して任意に設定する）

図1-24 精度確認試験の配置イメージ図

3. 検証点の設置

計測範囲に2箇所以上設置する。検証点の設置位置は任意とするが、互いに離れた箇所にする。
標定点の設置は任意とするが、標定点を設置する場合は、検証点を標定点に近接しないように配置する。

検証点の座標値は、基準点あるいは工事基準点などの既知点の座標値や、基準点及び工事基準点を用いてT Sにより測量した座標値を用いる。

4. 評価基準

G N S S - T L S による検証点の座標計測結果を、T Sにより測量した検証点の座標と比較し、その差が適正であることを確認する。

表 1-18 精度確認試験での精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
各座標値の較差	±50mm 以内	設置された検証点すべてで実施

5. 実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

(様式)

精度確認試験結果報告書

〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名 : _____
受 注 者 名 : _____
作 成 者 : _____ 印

(1) 試験概要

測定日	〇〇年〇〇月〇〇日
測定条件	天候：晴れ 気温：8℃
測定場所	〇〇〇〇工事 現場内
精度確認の対象機器	メーカー：(株)ABC社 測定装置名称：VZ-400i 測定装置の製造番号：TLS001
検証機器（真値を計測する測定機器）	TS 機種名：〇〇〇（級別：〇級）
精度確認方法	・TSとGNSS-TLSの検証点における座標の較差
検証機器と既知点の距離	〇m

(2) 精度確認試験結果

■平坦部での試験結果

		x 座標	y 座標	z 座標
①真値の計測結果 (x, y, z)	1 点目	44044.720	-11987.655	17.890
	2 点目	44060.797	-11993.390	17.530
②GNSS-TLSによる計測結果 (x', y', z')	1 点目	44044.729	-11987.665	17.901
	2 点目	44060.812	-11993.404	17.543
③差の確認（測定精度） (x', y', z') - (x, y, z)	1 点目	0.009	0.010	0.011
	2 点目	0.015	0.014	0.013

x 成分（最大）=0.015m (15mm)；合格（基準値±50mm 以内）

y 成分（最大）=0.014m (14mm)；合格（基準値±50mm 以内）

z 成分（最大）=0.013m (13mm)；合格（基準値±50mm 以内）

■法面での試験結果

		x 座標	y 座標	z 座標
①真値の計測結果 (x, y, z)	1 点目	44098.720	-11998.221	19.235
	2 点目	44103.258	-11992.459	19.398
②GNSS-TLSによる計測結果 (x', y', z')	1 点目	44098.715	-11998.230	19.239
	2 点目	44103.250	-11992.450	19.385
③差の確認（測定精度） (x', y', z') - (x, y, z)	1 点目	0.005	0.009	0.004
	2 点目	-0.008	-0.009	-0.013

x 成分（最大）=0.008m (8mm)；合格（基準値±50mm 以内）

y 成分（最大）=0.009m (9mm)；合格（基準値±50mm 以内）

z 成分（最大）=0.013m (13mm)；合格（基準値±50mm 以内）

参考資料-16 法面整形工における出来形算出ガイド

法面整形工における出来形算出ガイド

法面整形工にて3次元計測技術による出来形管理を行う場合は、管理対象箇所すべての箇所で3次元座標値を取得し、出来形計測結果を算出する。同時に出来形計測結果の算出に使用した3次元座標値を残し、計測箇所を確認できるようにする。

1. 法面整形工における多点計測技術を用いた場合の厚さの算出方法

以下の手順で厚さを管理する。

- ・厚さを管理する管理断面を含む範囲で、仕上げ前（土羽打ち前）の法面（現況とよぶ）と、仕上げ後（土羽打ち後）の法面（出来形とよぶ）を計測する。
- ・現況と出来形の点群データから、管理断面に対して、道路または堤防の延長方向に±50mmの範囲にある点を抽出する。
- ・抽出した点群を横断面で表示し、現況の点群、出来形の点群に補助線を引く。
- ・厚さ t を計測したい箇所における、設計の法面に対して直交方向の補助線間の距離を求め、これを厚さ t とする。

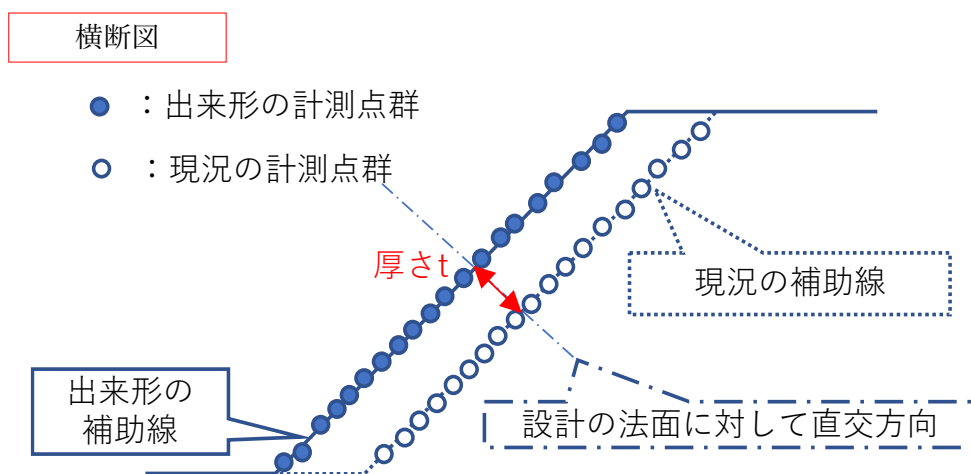


図1-25 厚さの算出方法

第2編 舗装工編

参考資料-1 T L S の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

現場における T L S の測定精度を確認するために、高さ方向の精度確認については、1 m²以下の検査面を現場に設置し、T S 等で計測した検査面の高さを比較する精度確認試験を行う。平面方向の計測性能については、受注者は、実際に使用する機器の計測最大距離以上の範囲に既知点を2箇所（10m 以上離れた箇所）以上に配置し、既知点の距離と T L S による計測結果から求められる座標を比較する精度確認試験を行う。

【鉛直方向の測定精度】

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

【平面方向の測定精度】

アスファルト舗装

標定点間距離 L	20mm 以内（路床・下層路盤・上層路盤表面）
	10mm 以内（基層・中間層・表層表面）

コンクリート舗装

標定点間距離 L	20mm 以内（路床・下層路盤・粒度調整路盤・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・コンクリート舗装版表面）

※同種類の計測対象（例：下層路盤・上層路盤）については、要求精度の高い試験結果を用いることにより、範囲内の精度試験を省略できる。

【解説】

鉛直方向の計測性能については、受注者は、利用する機器の特徴を十分に把握した上で、点群密度が 100 点以上得られ、かつ T L S で計測を行う最大距離付近 1 箇所に 1 m²以下の検査面を設置する。この際、計測用の標準反射板などは設置せず、検査面が露出した状態で計測すること。なお、測定精度の確認は、検査面の高さで T L S を用いて計測した結果から得られる高さを比較し、測定精度以内であることを確認する。検査面の高さは、検査面の中心をレベルで計測し高さを求める方法又は、検査面の四隅を T S（平面方向）とレベル（鉛直方向）で計測し、四隅の高

さの平均値もしくは内挿補完等により高さを求める方法で実施する。検査面は、勾配変化の少ない平坦な箇所を選定し設置すること。

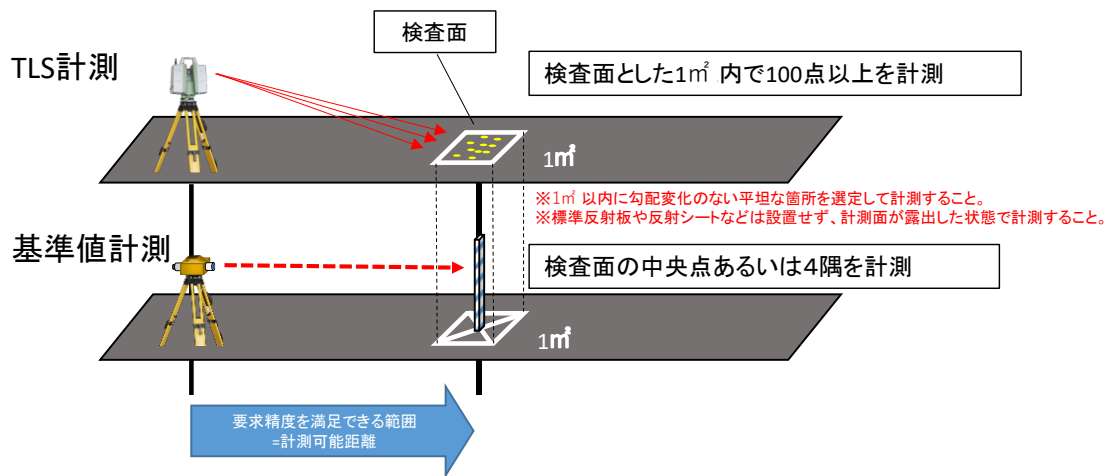


図2-1 精度確認試験の配置イメージ図

平面方向の測定精度については、受注者は、利用する機器の特徴を十分に把握した上でT L Sで計測を行う最大距離付近及びそれ以上離れた位置に 10m 以上離れた2つ以上の既知点を設置し、座標計測精度を確認する。

T L S の事前精度確認試験実施手順書（案）

1. 実施時期

精度確認試験は、現場の計測と同時にすることも可能であるが、利用前にその精度確認試験を行うことが望ましい。現時点においては、T L S 本体に関する定期点検の必要性などが規定されていないため、暫定案として利用前 12 か月以内に精度確認試験を実施することとする。

受注者は、本精度確認により所要の計測精度が得られる場合に限り、これを確認した計測条件、計測距離の範囲内で T L S を出来形計測に適用することができる。

2. 実施方法

以下に示す①の方法で鉛直方向の測定精度を、②の方法で平面方向の測定精度を確認する。なお、平面方向の測定精度の確認が②の方法により難しい場合は、後述の 2 点間距離計測による精度検証方法（「3 次元計測技術を用いた出来形管理（案）」令和 5 年 3 月に準じる方法）によることができる。

①現場での実施方法（鉛直方向の測定精度の確認）

点群密度が 100 点以上得られ、かつ T L S で計測を行う最大距離付近 1 箇所に 1 m² 以下の検査面を設置する。この際、計測用の標準反射板などは設置せず、検査面が露出した状態で計測すること。なお、測定精度の確認は、基準値となる検査面の高さと T L S を用いて計測した結果から得られる高さを比較し測定精度以内であることを確認する。

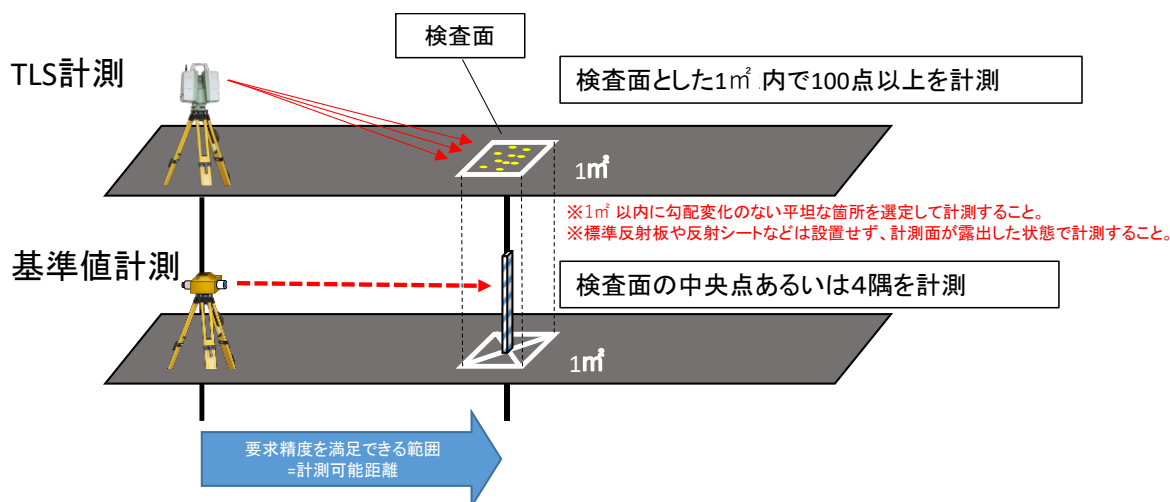


図 2-2 T L S の精度確認方法

②現場での実施方法（平面方向の測定精度の確認）

- ・ 計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に、T L S で 3 次元座標を計測できる既知点を 2 点以上設定する。
- ・ 既知点の 3 次元座標を T S で計測する。
- ・ T L S により既知点の 3 次元座標を計測する。

③事前の実施方法

上記①②と同様の手法を用いて、事前に精度確認を行うことも可能である。この場合、利用する現場条件を特定できないことから、計測機器の仕様に応じて、計測予定距離以上の距離に既知点を設置し、精度確認基準を満足するであることを確認する。

3. 検査面の検測

①鉛直方向の測定精度の検測

検査面の高さは、検査面の中心をレベルで計測し高さを求める方法又は、検査面の四隅をT S（平面方向）とレベル（鉛直方向）で計測し、四隅の高さの平均値もしくは内挿補完等により高さを求める方法で実施する。

②平面方向の測定精度の検測

設置した検査点（基準点）をT Sあるいはテープで計測する。

4. 評価基準

①鉛直方向の測定精度の評価基準

T L S 計測結果をレベルによる計測結果と比較し、その差が適正であることを確認する。

表 2-1 精度確認試験での鉛直方向の精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
「T L S 計測結果－レベル計測結果」の平均値又は最頻値	アスファルト舗装	検査面は出来形計測で利用する最大計測距離以上の位置に配置する。
	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	

※同種類の計測対象（例：下層路盤・上層路盤）については、要求精度の高い試験結果を用いることにより、範囲内の精度試験を省略できる。

②平面方向の測定精度の評価基準

T L S 計測結果を従来手法による計測結果と比較し、その差が適正であることを確認する。

表 2-2 精度確認試験での平面方向の精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
T S と T L S の計測座標値の較差	平面座標 (Δx、Δy) が以下の基準を満足することを確認 アスファルト舗装 20mm 以内 (路床・下層路盤・上層路盤表面) 10mm 以内 (基層・中間層・表層表面) コンクリート舗装 20mm 以内 (路床・下層路盤・粒度調整路盤・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・コンクリート舗装版表面)	・既知点は出来形計測で利用する最大計測距離以上の位置に配置する。 ・既知点間は 10m 以上の離隔を確保する。

5. 実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

5. 2点間距離計測による精度検証方法について

上記 2. ②に示される平面方向の測定精度の確認が困難な場合は、下記の令和 5 年 3 月版までの従前の方法によることができる。

【従前の方法】 2 点間距離計測による精度検証方法

(1) 実施方法

①現場での実施方法

計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に 2 箇所以上の既知点を設置し、T L S による計測結果から得られる既知点の点間距離を計測する。

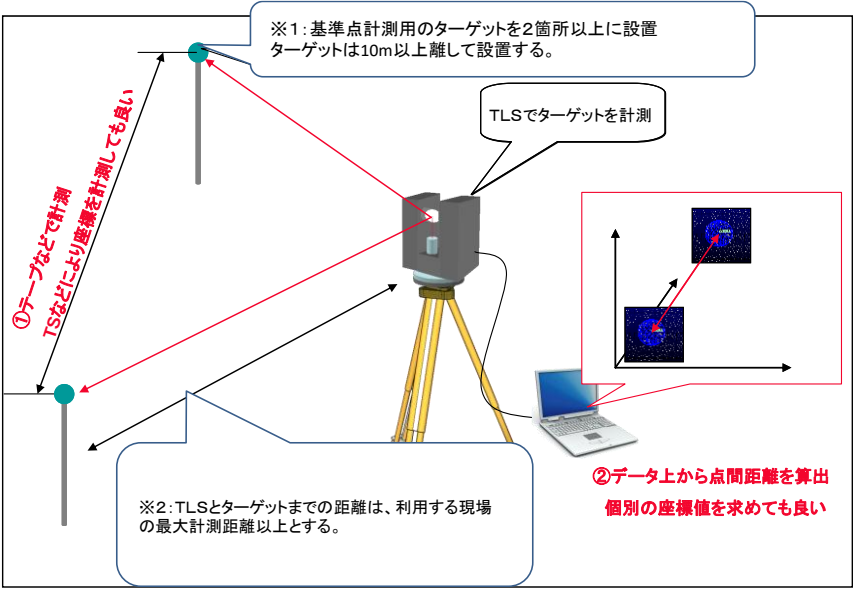


図 2-3 T L S と既知点の設置

②事前の実施方法

上記と同様の手法を用いて、事前に精度確認を行うことも可能である。この場合、利用する現場条件を特定できないことから、計測機器の仕様に応じて、計測予定距離以上の距離に設置し、精度内であることを確認する。

(2) 検査点の検測

設置した検査点（基準点）を、T S あるいはテープで計測する。

(3) 評価基準

T S と T L S で計測した計測結果を比較し、その差が適正であることを確認する。

表 2-3 精度確認試験での平面方向の精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
「T L S 計測結果－従来手法による計測結果」	アスファルト舗装 20mm 以内（路床・下層路盤・上層路盤表面） 10mm 以内（基層・中間層・表層表面）	検査点は出来形計測で利用する最大計測距離以上の位置に配置する。 検査点間は10m以上の離隔を確保する。
	コンクリート舗装 20mm 以内（路床・下層路盤・粒度調整路盤・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・コンクリート舗装版表面）	

(様式)

事前精度確認試験結果報告書

〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名 : _____
受 注 者 名 : _____
作 成 者 : _____ 印

(1) 試験概要

測定日	〇〇年〇〇月〇〇日
測定条件	天候：晴れ 気温：8℃
測定場所	(株) 〇〇〇 社内ヤードにて
精度確認の対象機器	メーカー : (株) A B C 社 測定装置名称：T L S 420 測定装置の製造番号：R00891
検証機器（真値を計測する測定機器）	T S 機種名：〇〇〇 (級別：〇級)
精度確認方法	・ T S と T L S との平面座標の較差 ・ レベルと T L S との標高較差
検証機器と検証点との距離	〇〇m

(2) 精度確認試験結果

対象工種：表層 計測距離：30m

■平面方向

		x 座標	y 座標
①真値の計測結果 (x, y, z)	1 点目	44044.720	-11987.655
	2 点目	44060.797	-11993.390
②T L S による計測結果 (x', y', z')	1 点目	44044.722	-11987.656
	2 点目	44060.802	-11993.394
③差の確認（測定精度） (x', y') - (x, y)	1 点目	0.002	0.001
	2 点目	0.005	0.004

x 成分（最大）=0.005m (5mm)；合格（基準値±20mm 以内）

y 成分（最大）=0.004m (4mm)；合格（基準値±20mm 以内）

■鉛直方向

	計測方法※	高さ計測結果
①レベルによる検査面の確認	検査面の中心 or 検査面の四隅	8.080m
②T L S による確認	—	8.081m
差（②-①）		1mm
基準値	±4mm 以内	
合否	合格	

参考資料-2 地上移動体搭載型LSの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

地上移動体搭載型LSの測定精度を確認するために、受注者は、実際に利用する機器の計測最大距離の位置に1㎡以下の検査面、平面位置が特定できるターゲットを1箇所以上配置し、高さ精度と平面位置の精度確認試験を行う。

高さ方向及び平面方向の精度確認については、1㎡以下の検査面をTS等で計測した検査面の高さ、平面位置を比較する。

【高さ方向の測定精度】

起工測量	±20mm 以内
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
基層表面	±4mm 以内
表層表面	±4mm 以内

【平面方向の測定精度】

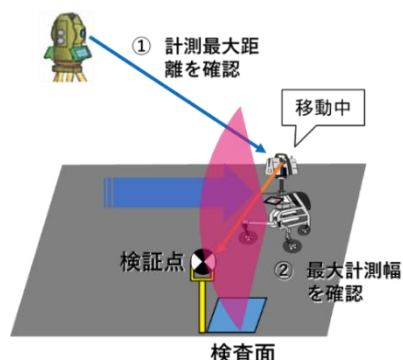
検証点較差L 10mm 以内 ($L = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}$)

※同種類の計測対象（例：下層路盤・上層路盤）については、要求精度の高い試験結果により、範囲内の精度試験を省略できる。

【解説】

高さ方向の精度確認は、受注者は、利用する機器の特徴を十分に把握した上で、点群密度が100点以上得られ、かつ地上移動体搭載型LSで要求精度を満たすことができる計測可能な最大距離に1㎡以下の検査面を設置する。この際、計測用の標準反射板などは設置せず、検査面が露出した状態で計測すること。なお、測定精度の確認は、検査面の高さと地上移動体搭載型LSを用いて計測した結果から得られる高さが測定精度以内であることを確認する。検査面の高さは、検査面の中心をレベルで計測し高さを求める方法（検査面が水平な場合）や、検査面の四隅をTS及びレベルで計測し検査面に対する各点の鉛直較差の平均値あるいは最頻値にて確認する。検査面は、一様な勾配の平坦な箇所を選定し設置すること。平面方向の精度確認は、受注者は、高さ方向の精度確認試験と同じ位置付近に水平位置が特定できる検証点を配置する。なお、測定精度の確認は、地上移動体搭載型LSを用いて計測した結果から得られる検証点の平面位置が測定精度以内であることを確認する。検証点の平面位置はTSにより計測する。検証点の形状は、地上移動体搭載型LSの計測結果から検証点端部を推定できるものとする。

【a. 自動追尾式TSとの連動LSの場合】



【b. モービルマッピングシステムの場合】

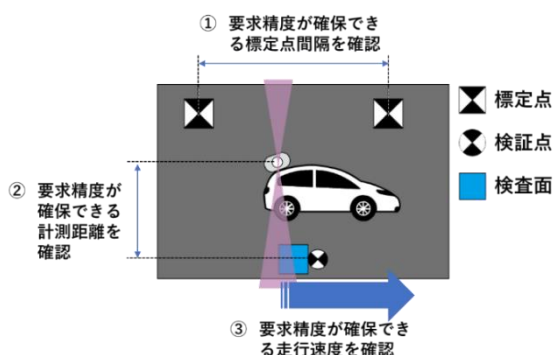


図2-4 精度確認試験の配置イメージ図

地上移動体搭載型LSの事前精度確認試験実施手順書（案）

1. 適用

地上移動体搭載型LSシステムは、地上移動体の位置と搭載されるレーザースキャナーの組合せにより、対象地形の3次元点群を得る技術である。また、本技術は新たな技術開発が日進月歩で進んでおり、要素技術の性能向上、システムを構成する機器の組合せも変化している。このため、現状では同一の精度管理手法ではなく、システムごとに精度管理方法を定めることが計測効率の確保に寄与すると考えられる。

そこで、本手順書では起工測量及び出来形計測作業の精度確保と効率的な実施の実現に向けて、システムごとの計測計画立案に必要な精度管理方法、精度確保のためのシステムの運用方法を定める試験方法として位置づけている。

2. 精度確認の実施方法

1) 計測条件の設定

①主要な機器構成とシステム概要

地上移動体と搭載するレーザースキャナーを用いて3次元座標点群を求める仕組みについて主要な機器構成と計測の仕組みを明記する。仕組みについては、地上移動体の位置及び姿勢を特定する方法と、レーザースキャナーで得られる相対位置と地上移動体の位置と姿勢を組合せる際の流れが解る内容とすることに留意する。主要な機器構成とシステム概要は、試験結果に添付する（添付様式-1）。

②主要な構成機器の精度

上記の仕組みの主要な構成機器の測定精度について記載する。主要な機器構成は、移動体本体と搭載されるレーザースキャナー本体とし、各構成について明記すること（添付様式-1）。

a) 地上移動体本体

地上移動体の位置及び姿勢を確定する機器の仕様と精度を記載する。

b) レーザースキャナー本体

地上移動体に搭載するレーザースキャナーの仕様と精度を記載する。

③計測手順

各システムの計測手順、計測時の留意点を明記する。計測手順は計測マニュアルとして試験結果に添付する（添付様式-2）。

④計測範囲の設定

レーザースキャナーの搭載高さから想定される路面上に対して、所定の密度（100点以上/1m²）及び測定精度を確保できる距離を設定する。

⑤最大計測距離の設定（測定精度が最も不利な条件の設定）

地上移動体搭載型LSシステムが適正に稼動している状態で、地上移動体の自己位置及び姿勢の測定精度が最も不利となる条件を設定する。

2) 精度確認

①鉛直精度

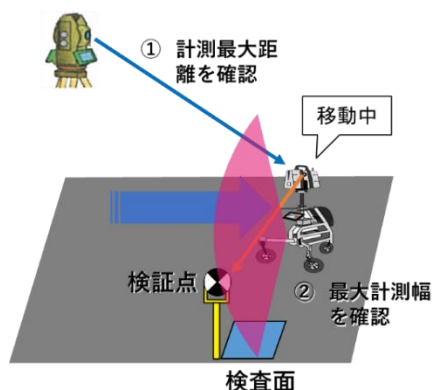
上記1)で設定した計測範囲と最大計測距離から、地上移動体搭載型LSシステムが適正に稼動している状態で得られる3次元点群の精度が最も不利となる位置付近に1m²以下の検査面を

設置する。この際、計測用の標準反射板などは設置せず、検査面が露出した状態で計測すること。
 なお、測定精度の確認は、基準値となる検査面の高さと地上移動体搭載型LSを用いて計測した結果から得られる高さを比較し測定精度以内であることを確認する。

②水平精度

鉛直精度の確認箇所付近に平面位置が特定できるターゲット（中心位置を特定できるターゲットあるいは特定の平面位置の推定が可能な立体物とする）を配置し、地上移動体搭載型LSを用いて計測した結果から得られる平面位置との較差を確認する。平面方向の較差は10mm以内とする。

【a. 自動追尾式TSとの連動LSの場合】



【b. モービルマッピングシステムの場合】

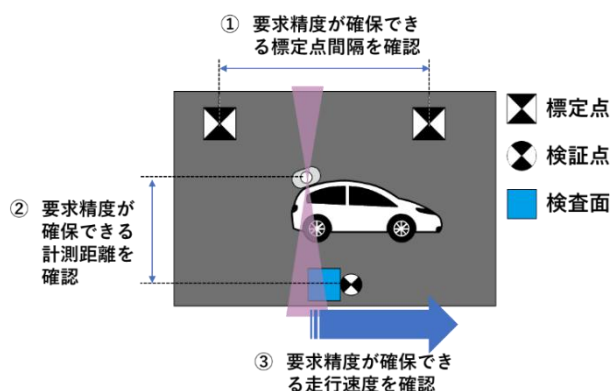


図2-5 精度検証の方法

3. 実施時期

精度確認試験は、現場の計測と同時に行うことも可能であるが、利用前にその精度確認試験を行うことが望ましい。また、地上移動体搭載型LSについては、定期点検や精度確保の公的な制度が規定されていないことから、暫定案として利用の12か月以内に実施することとする。

4. 検査面及び平面検証点の検測

①鉛直方向の測定精度の検測

検査面の高さは、検査面の中心をレベルで計測し高さを求める方法や、検査面の四隅をTS及びレベルで計測し、四隅の高さの平均値や内挿補完等により高さを求める方法（高さはレベルで計測）で実施する。

②平面検証点の検測

平面方向の測定精度を検証するために設置した検査点について、TSを用いて計測する。その場合、計測距離の制限を、3級TSを利用する場合は100m以内（2級TSは150m以内）とする。

5. 評価基準

計測結果をレベル及びTSによる計測結果と比較し、その差が適正であることを確認する。

表2-4 精度確認試験での鉛直方向の精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備 考
平均高さ	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	※1: 検査面は測定精度の面で最も不利な条件となる位置に配置する。 ※2: 検査面は1 m ² 以下とし、100点以上の点密度を得られること。
平面較差	検証点較差 L $(L=\sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2})$ 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)	※1: 同上 ※2: 検証点は、平面位置を特定できるターゲットあるいは、平面位置を点群から推定可能な立体物の端部とする。

※同種類の計測対象(例: 下層路盤・上層路盤)については、要求精度の高い試験結果により、範囲内の精度試験を省略できる。

6. 実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

(添付様式－1)
主要機器の構成及びシステム概要 (a. 自動追尾式TSとの連動LSの場合)

①主要機器の構成		
システムを構成する主要機器と計測の仕組み（フロー図）を掲載する。		
本体以外	地上移動体搭載型LS本体	計測フロー
準備作業 TSの設置 システムの暖機・設定 計測最大距離確認 計測作業 スタート位置セット 計測（移動） 終点位置セット センサーデータ統合 点群データ		
②主要機器の精度		
②－1：地上移動体本体		
搭載するLS本体	計測性能	備考
名称：2Dレーザースキャナ 機種：SS20 型番：234091	計測可能距離 ○○m 精度 ± ○○mm 	
自己位置の計測装置①	計測性能	
名称：3軸IMU 機種：ABC3 型番：201154	水平精度： 秒 鉛直精度： 秒 分可能 分解能 Hz Hz	
②－2：地上移動体本体以外の測位技術		
自己位置の計測装置②	計測性能	備考
機種：AA100 型番：—— (汎用品のため記載無し) 校正年月日 ：令和○○年○○月○○日 (株○○光学機械)	水平精度： 秒 鉛直精度： 秒 追尾速度： Hz	移動体本体以外の 測量方法については、 別途メーカーが行う 定期点検結果により 性能補償が可能な場 合は、型式として掲載 できる。

主要機器の構成及びシステム概要 (b. モービルマッピングシステムの場合)

①主要機器の構成

システムを構成する主要機器と計測の仕組みを掲載する。



②主要機器の精度

GNSS	周波数及び台数	2周波×2台	
IMU	姿勢精度	ロール、ピッチ角：〇〇deg ヘッディング：〇〇deg	
走行軌跡	計測レート	〇〇Hz/sec	
カメラ	個数・解像度	〇個 (〇Mpixel)	
	カラー	Grey	
レーザー	垂直解像度	〇〇deg	
	視野角度	〇〇°	
	取得点数	〇〇万点/sec	
	最大距離	〇〇m	
	スキャン速度	〇〇回転/sec	
	反射輝度の取得	可 or 不可	
	ビーム径	〇mm	
	ビームクラス	クラス〇	
精度	車両自己位置の正確度	水平〇m、高さ〇m	
	レーザー点群の位置正確度	〇mm (GNSS 受信時)	
その他			

(添付様式-2)

計測の手順と留意事項 (a. 自動追尾式TSとの連動LSの例)

①計測手順 フロー 準備作業 TSの設置 システムの暖機・設定 計測最大距離確認 計測作業 スタート位置セット 計測（移動） 終点位置セット センサーデータ統合 点群データ	
②計測の留意点 移動体の点検 ☐計測前に車輪・プリズム・スキャナー本体・IMUの取り付けに緩みがないか確認 ☐・・・ 計測時の留意点 ☐定期的に自己位置を補正するための静止観測を入れる。 ☐・・・	
③計測マニュアルの作成・添付 上記①と②を含めた計測のマニュアルが整備・添付されていること。	☐有り

計測の手順と留意事項 (b. モービルマッピングシステムの例)

①計測手順	
フロー <pre> graph TD A[基地局設置] --> B[標定点の設置] B --> C[検証点の設置] C --> D[計測開始] D --> E[計測(移動)] E --> F[計測終了] F --> G[データ統合] G --> H[計測条件の確認] H --> I[終了] H --> B subgraph "計測作業" D E F end </pre>	
②計測の留意点	
移動体の点検 ☐ 計測前に車体・スキャナー本体・GNSS・IMUの取り付けに緩みがないか確認 ☐ . . . 計測時の留意点 ☐ 衛星数の確認 ☐ GNSSの受信状態(DOP値)の確認 ☐ . . .	
③計測マニュアルの作成・添付 上記①と②を含めた計測のマニュアルが整備・添付されていること。	☐ 有り

(様式 a)

精度確認試験結果報告書

計測実施日：令和〇〇年〇〇月〇〇日

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)

精度確認の対象機器 メーカー : (株)ABC 装置名称 : 主要構成機器 : (添付様式-1に記載のとおり)	写真 
検証機器 (真値を計測する測定機器) ①検証面の高さ レベル : (検定済み) ②検証面及び検証点の平面座標 TS : (検定済み)	写真 
測定記録 測定期日：令和〇〇年〇〇月〇〇日 測定条件：天候 晴れ 気温 12℃ 測定場所：(一社) 〇〇 構内試験ヤードにて 検証機器と既知点の距離：約〇〇m	写真 
精度確認方法 地上移動体搭載型LSと真値座標の較差	

(様式 b)

精度確認試験結果報告書

計測実施日：令和〇〇年〇〇月〇〇日

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)

精度確認の対象機器 メーカー : (株)ABC 装置名称 : 主要構成機器 : (添付様式-1に記載のとおり)	写真 
検証機器 (真値を計測する測定機器) ①検証面の高さ レベル : (検定済み) ②検証面及び検証点の平面座標 TS : (検定済み)	写真  
測定記録 測定期日：令和〇〇年〇〇月〇〇日 測定条件：天候 晴れ 気温 12℃ 測定場所：(一社) 〇〇 構内試験ヤードにて 検証機器と既知点の距離：約〇〇m	写真  
精度確認方法 地上移動体搭載型LSと真値座標の較差	

(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計測幅及び計測範囲の条件

※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、最も測定精度が不利となる。

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>

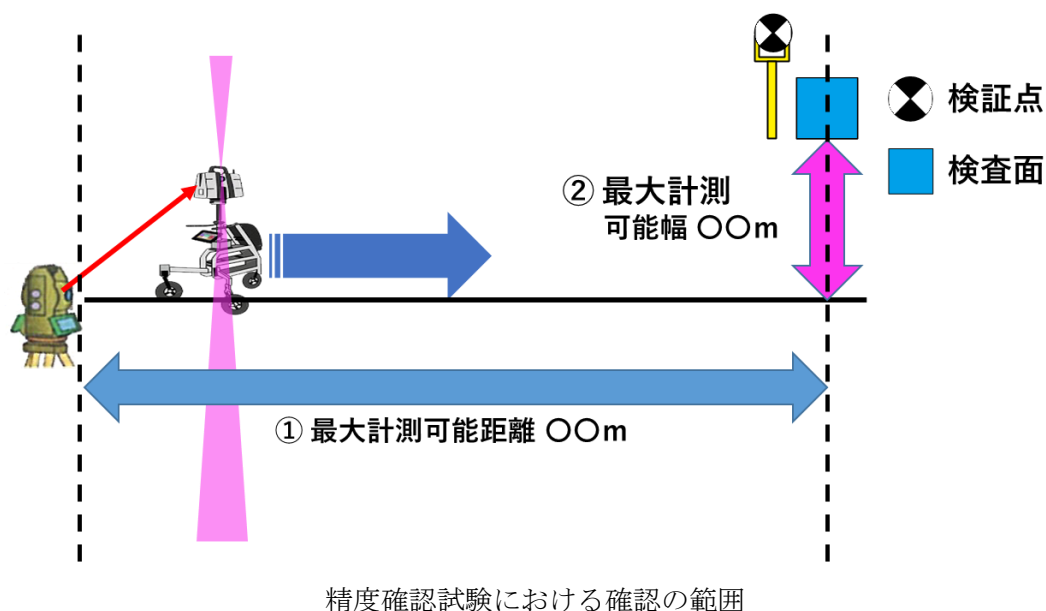
- ・本システムは、自動追尾式TSによる自己位置とIMUによる方位推定から対象路面の座標値を求める仕組みである。測定精度が最も低下する条件は、自動追尾式TSから最も距離が遠くなる位置である。

要求精度（鉛直 $\pm 4\text{mm}$ 、水平 10mm ）に対しては最大計測可能距離〇〇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 $\pm 4\text{mm}$ 、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〇〇m以内とする。



※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。

(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計測幅及び計測範囲の条件

※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)及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、最も測定精度が不利となる。

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 $\pm 4\text{mm}$ 、水平 10mm)に対しては、 $\bigcirc\bigcirc\text{m}$ に2点以上設置する。

<条件2>

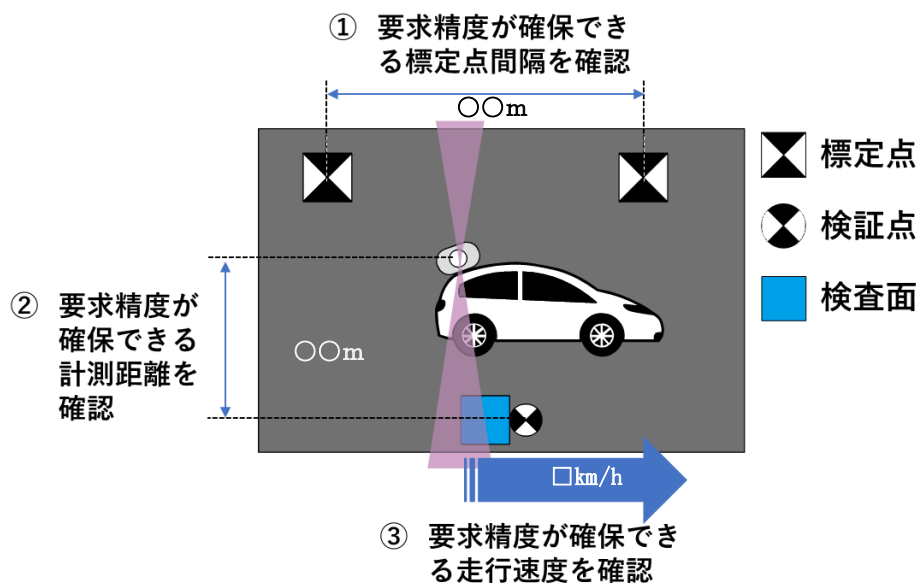
- ・本システムは計測面への入射角が小さくなるほど精度が低下する傾向がある。また、距離に応じて点群密度も粗くなる。

要求精度(鉛直 $\pm 4\text{mm}$ 、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 $\bigcirc\bigcirc\text{m}$ 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粗くなる。

要求精度(鉛直 $\pm 4\text{mm}$ 、水平 10mm)に対しては、時速 $\bigcirc\bigcirc\text{km/h}$ で走行する。

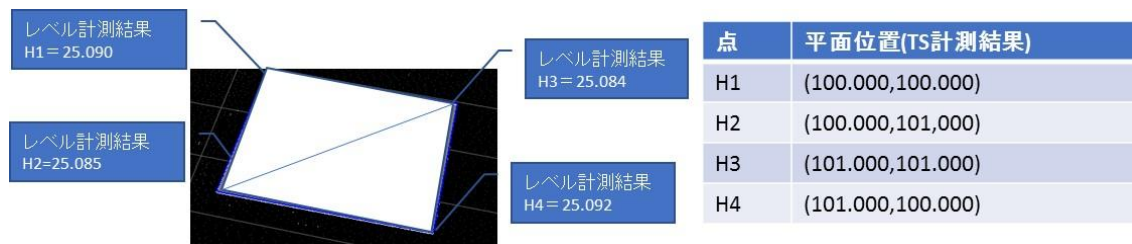


精度確認試験における確認の範囲

※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

(3) 精度確認試験結果

①検査面の計測結果

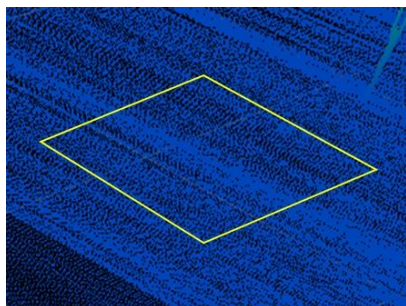


②検証点の計測結果

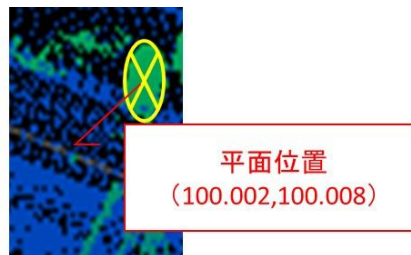
	平面位置 (TS計測結果)
検証点の真値	(100.000,100.000)

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

レベル計測結果	移動体搭載型TLSの結果	判定基準	合否
H1 = 25.090	n=100	n=100以上	合格
H2 = 25.085	平均 = 2.4mm	要求精度 4mm以下	合格
H3 = 25.084	最大 : 3mm 最小 : -2mm σ : 2.43	—	—
H4 = 25.092			

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-3 TS（ノンプリズム方式）の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

現場におけるTS（ノンプリズム方式）の測定精度を確認するために、鉛直方向の精度確認については、現場に設定した2点以上の試験計測点について、TS（ノンプリズム方式）で計測した結果から得られる高さと、試験計測点の高さとを比較する精度確認試験を行う。

【鉛直方向の測定精度】

アスファルト舗装		コンクリート舗装	
路床表面	±20mm 以内	路床表面	±20mm 以内
下層路盤表面	±10mm 以内	下層路盤表面	±10mm 以内
上層路盤表面	±10mm 以内	粒度調整路盤表面	±10mm 以内
基層・中間層表面	±4mm 以内	セメント（石灰・瀝青）安定処理表面	±10mm 以内
表層表面	±4mm 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

【平面方向の測定精度】

検証点較差 L

$$(L = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2})$$

アスファルト舗装		コンクリート舗装	
路床表面	±20mm 以内	路床表面	±20mm 以内
下層路盤表面	±20mm 以内	下層路盤表面	±20mm 以内
上層路盤表面	±20mm 以内	粒度調整路盤表面	±20mm 以内
基層・中間層表面	±10mm 以内	セメント（石灰・瀝青）安定処理表面	±20mm 以内
表層表面	±10mm 以内	アスファルト中間層表面	±10mm 以内
		コンクリート舗装版表面	±10mm 以内

※同種類の計測対象（例：下層路盤・上層路盤）については、要求精度の高い試験結果を用いることにより、範囲内の精度試験を省略できる。

【解説】

受注者は、実際に使用する計測機器本体から計測対象の最大計測距離以上となる位置に2点以上の試験計測点を設定し、鉛直精度については、試験計測点の高さとTS（ノンプリズム方式）を用いて計測した結果から得られる高さを比較し、その差が鉛直方向の測定精度以内であることを確認する。試験計測点の高さはレベルで計測する。平面精度については、試験計測点の平面位置とTS（ノンプリズム方式）を用いて計測した結果から得られる平面位置を比較し、その差が平面方向の測定精度以内であることを確認する。試験計測点の計測はTSで計測する。

TS（ノンプリズム方式）の事前精度確認試験実施手順書（案）

1. 実施時期

精度確認試験は、現場の計測と同時にすることも可能であるが、利用前にその精度確認試験を行うことが望ましい。現時点においては、TS（ノンプリズム方式）本体に関する定期点検の必要性などが規定されていないため、暫定案として利用前12か月以内に精度確認試験を実施することとする。

2. 実施方法

①現場での実施方法（鉛直方向の測定精度の確認）

TS（ノンプリズム方式）で計測を行う最大距離以上となる位置に試験計測点を2点設置する。この際、計測用の標準反射板などは設置せず、計測点が露出した状態で計測すること。なお、測定精度の確認は、基準値となる試験計測点の高さとTS（ノンプリズム方式）を用いて計測した結果から得られる高さを比較し測定精度以内であることを確認する。

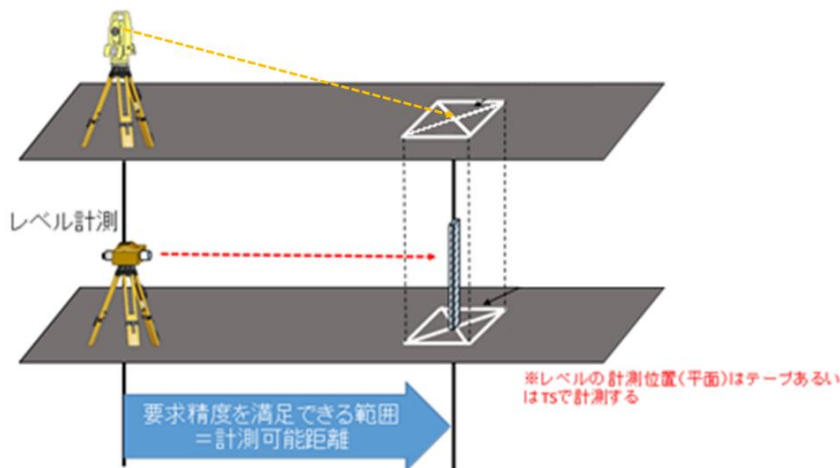


図2-6 TS（ノンプリズム方式）の鉛直方向の精度確認方法

②現場での実施方法（平面方向の測定精度の確認）

TS（ノンプリズム方式）で計測を行う最大距離以上となる位置に試験計測点を2点設置する。この際、計測用の標準反射板などは設置せず、計測点が露出した状態で計測すること。なお、測定精度の確認は、基準値となる試験計測点の平面位置とTS（ノンプリズム方式）を用いて計測した結果から得られる平面位置を比較し測定精度以内であることを確認する。

TS（ノンプリズム方式）による計測は、下記手順にて実施する。

- ・プリズム方式による計測完了後、そのままプリズムを立てた状態を保ちながら、望遠鏡内の十字線をピンポールに沿わせて、ピンポール先端（石づき等）に合わせる。
- ・ピンポールやプレートを計測点から外し、ノンプリズム方式にて3次元座標を計測する。

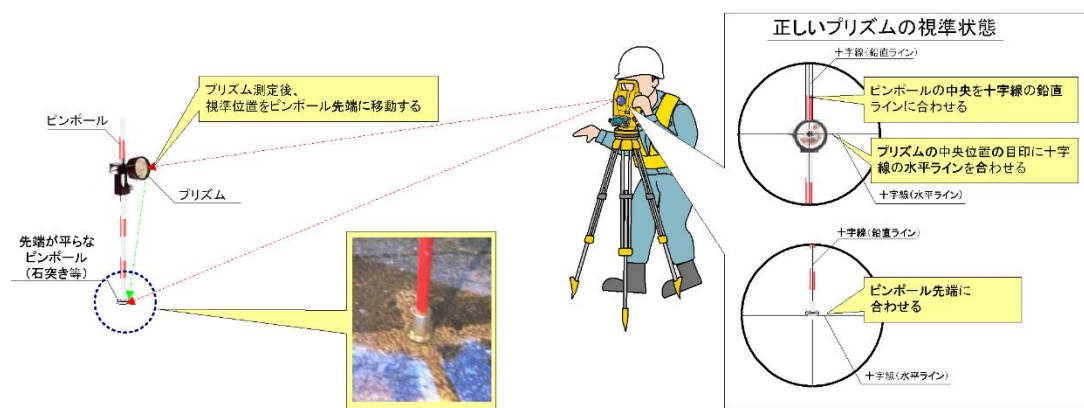


図2-7 TS（ノンプリズム方式）の平面方向の精度確認方法

③事前の実施方法

上記と同様の手法を用いて、事前に精度確認を行うことも可能である。この場合、利用する現場条件を特定できないことから、計測機器の仕様と計測対象に応じて、計測予定距離以上の距離に設置し、表2-5の精度内であることを確認する。

3. 試験計測点の検測

①鉛直方向の測定精度の検測

試験計測点の高さは、レベルで計測し高さを求める方法で実施する。

②平面方向の測定精度の検測

試験計測点の平面位置は、TSで計測し平面位置を求める方法で実施する。

4. 評価基準

①鉛直方向の測定精度の評価基準

TS（ノンプリズム方式）計測結果をレベルによる計測結果と比較し、その差が精度確認基準以内であることを確認する。

②平面方向の測定精度の評価基準

TS（ノンプリズム方式）計測結果をTSによる計測結果と比較し、その差が精度確認基準以内であることを確認する。

表2-5 精度確認試験での鉛直方向の精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
高さ	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	試験計測点は出来形計測で利用する最大計測距離以上の位置に配置する。
平面較差	検証点較差 L $(L = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2})$ アスファルト舗装 路床表面 ±20mm 以内 下層路盤表面 ±20mm 以内 上層路盤表面 ±20mm 以内 基層・中間層表面 ±10mm 以内 表層表面 ±10mm 以内 コンクリート舗装 路床表面 ±20mm 以内 下層路盤表面 ±20mm 以内 粒度調整路盤表面 ±20mm 以内 セメント（石灰・瀝青）安定処理表面 ±20mm 以内 アスファルト中間層表面 ±10mm 以内 コンクリート舗装版表面 ±10mm 以内	試験計測点は出来形計測で利用する最大計測距離以上の位置に配置する。

※同種類の計測対象（例：下層路盤・上層路盤）については、要求精度の高い試験結果により、範囲内の精度試験を省略できる。

5. 実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

（様式）

精度確認試験結果報告書

〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名：
受 注 者 名：
作 成 者： 印

（1）試験概要

測定日	〇〇年〇〇月〇〇日
測定条件	天候：晴れ 気温：8℃
測定場所	〇〇工事 現場内
精度確認の対象機器	メーカー：(株)ABC社 測定装置名称：TS9800 測定装置の製造番号：T0123
検証機器（真値を計測する測定機器）	TS 機種名：〇〇〇（級別：〇級）
精度確認方法	・平面方向：試験計測点の平面位置 ・鉛直方向：試験計測点の高さ
検証機器と検証点との距離	〇〇m

（2）精度確認試験結果

対象工種：表層

計測距離：100m

■平面方向

		x 座標	y 座標	点間距離
①真値の計測結果 (点間距離 L)	1 点目	44044.710	-11987.615	17.060m
	2 点目	44060.775	-11993.355	
②TS (ノンプリズム方式) による計測結果 (点間距離 L')	1 点目	44044.700	-11987.621	17.067m
	2 点目	44060.775	-11993.355	
③差の確認 (測定精度) (L') - (L)	17.067m - 17.060m = 0.007m (7mm)			
	基準値 ±10mm 以内		合格	

■鉛直方向

	計測距離	z 座標
①試験計測点の高さ (z)	30m	8.080m
	50m	8.084m
②TS (ノンプリズム方式) による 確認 (z')	30m	8.081m
	50m	8.082m
③差の確認 (測定精度) (z') - (z)	30m	0.001m (1mm)
	50m	-0.002m (-2mm)
基準値	±4mm 以内	
合否	合格	

参考資料-4 国土地理院で規定がないT S等光波方式の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

現場におけるT S等光波方式の測定精度を確認するために、現場に設置した2箇所以上の計測点を設定し、T Sと国土地理院で規定がないT S等光波方式で計測した計測結果精度確認試験を行う。

【測定精度】

計測範囲内で平面精度 $\pm 5\text{ mm}$ 、鉛直精度 $\pm 5\text{ mm}$ 以内

【解説】

受注者は、計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に2点以上の計測点を設定し、T Sと国土地理院で規定がないT S等光波方式で計測した計測結果を比較し、その差が適正であることを確認する。

国土地理院で規定がないT S等光波方式の事前精度確認試験実施手順書（案）

1. 実施時期

精度確認試験は、現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用前にその精度確認試験を行うことが望ましい。

受注者は、本精度確認により、国土地理院で規定がないT S等光波方式にて所要の計測値が得られる場合に限り、これを確認した計測条件、計測距離の範囲内で、国土地理院で規定がないT S等光波方式を出来形計測に適用することができる。

2. 実施方法

①計測点の設定

計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に2点以上の計測点を設定する。

②T Sによる計測

計測点にプリズムを設置する。プリズムを付けるピンポールには、先端が平らなものを用い、ピンポール先端が路面の窪みに刺さらないようにする。ピンポールの下に平滑で小さいプレートを設置してもよい。この場合プレートの厚みを高さ計測値から差し引く。

プリズムをT Sで視準し3次元座標を計測する。

③国土地理院で規定がないT S等光波方式による計測

プリズム方式による計測完了後、望遠鏡のないタイプのものはプリズムを自動追尾する機能により3次元座標を計測する。

3. 評価基準

T Sと国土地理院で規定がないT S等光波方式で計測した計測結果を比較し、その差が適正であることを確認する。

表2-6 精度確認試験での精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
T Sと国土地理院で規定がないT S等光波方式の計測座標値の較差	平面座標 ± 5 mm 以内 標高差 ± 5 mm 以内	現場内2箇所以上

4. 実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

(様式)

精度確認試験結果報告書

〇〇年〇〇月〇〇日
工 事 名 : _____
受 注 者 名 : _____
作 成 者 : _____ 印

(1) 試験概要

測定日	〇〇年〇〇月〇〇日
測定条件	天候：晴れ 気温：8℃
測定場所	(株)〇〇〇〇構内道路改修工事にて
精度確認の対象機器	メーカー：(株)ABC社 測定装置名称：ABC-123 測定装置の製造番号：ABC0123
検証機器（真値を計測する測定機器）	TS 機種名：〇〇〇（級別：〇級）
精度確認方法	・TSと国土地理院で規定がないTS等光波方式の、検証点の各座標の較差
検証機器と検証点との距離	〇〇m

(2) 精度確認試験結果

検証点名：〇〇〇〇				
		x 座標	y 座標	z 座標
①真値の計測結果 (x, y, z)	1 点目	44044.720	-11987.655	17.890
	2 点目	44060.797	-11993.390	17.530
②国土地理院で規定がないTS等光波方式 による計測結果 (x', y', z')	1 点目	44044.722	-11987.656	17.893
	2 点目	44060.802	-11993.394	17.533
③差の確認（測定精度） (x', y', z') - (x, y, z)	1 点目	0.002	0.001	0.003
	2 点目	0.005	0.004	0.003
x 成分（最大）＝0.005m（5mm）；合格（基準値±5mm 以内）				
y 成分（最大）＝0.004m（4mm）；合格（基準値±5mm 以内）				
z 成分（最大）＝0.003m（3mm）；合格（基準値±5mm 以内）				

参考資料-5 路盤工の“厚さ”を“標高較差”で管理する方法

路盤工の“厚さ”を“標高較差”で管理する方法

本管理要領（案）を用いて出来形管理を行う場合、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」（国土交通省各地方整備局）に規定されている、路盤工の出来形管理項目の“厚さ”の管理を“標高較差”で管理する。

現行の路盤工の“厚さ”の管理方法の代替として“標高較差”を管理する方法を下図に示す。

標高較差で出来形管理を行う場合、目標高さが設計図を基に作成した各層の高さと異なる場合は、施工前に作成した基本設計データに対する高さ（設計図を基に計算される高さ）からのオフセットにより目標高さを設定する。このとき、オフセット高さの定め方について監督職員に承諾を得ること（工事打合せ簿）。オフセット高さとは、設計図書を基に作成した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③）は、直下層の目標高さ（下図①）に直下層の出来形を踏まえて、設計厚さ以上の高さ（下図②）を加えて定めた計測対象面の高さであり、その目標高さとTSによる出来形計測の標高値を比較し、標高較差を算出する。

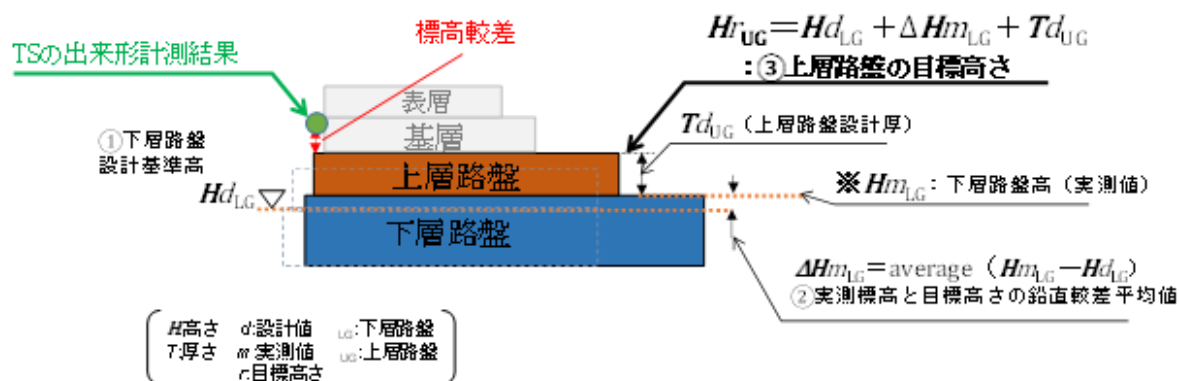


図2-8 上層路盤の目標高さ

参考資料-6 計測点群データを用いた平坦性算出

計測点群データから平坦性を算出できるものとする。

従来法の3mプロファイルメーターなどでの測定方法を踏襲し、計測点群データにおいて車道中心線から1m離れた計測ライン上にて、始点より延長1.5mごとの箇所を中心として直径200mmの円形範囲内に入る点群を選択し、選択された点群の平均標高を当該箇所の標高値とする。計測ライン上で得られた延長1.5mごとの標高値を用いて以下の式により平坦性 σ を算出できる。

$$\sigma = \sqrt{\left\{ \sum x^2 - (\sum x)^2 / n \right\} / (n-1)}$$

ここで

σ : 平坦性

x : 変位置量 (k番目の標高値に対するk-1番目とk+1番目の標高値の平均値との差分)

n : 変位置量データ数

とする。

【解説】

- ・使用する点群は原則として不要箇所を除去した計測点群データを使用することとする。
- ・計測ラインは車道中心線から進行方向左右どちらかに1m離れたラインとする。
- ・始点を測定一点目とし、その後延長1.5mごとに測定を行う。
- ・測定の始点は従来の3mプロファイルメーター計測にて後輪部分が位置する場所とする。
- ・各測定点では測定点を中心とした円形直径200mm以内に含まれる点群を選択し、選択された全点群データから標高値の平均値を算出する。それを各測定点で行う。
- ・各測定点の標高値から変位置量 x を算出する。k番目の測定点における標高値を H_k とすると

$$x = H_k - (H_{k-1} + H_{k+1})/2$$

として算出できる。

- ・変位置量及び変位置量データ数より測定対象区間において平坦性を算出する。なお、マンホール等の従来法で除外していた箇所については算出から除外してもよい。

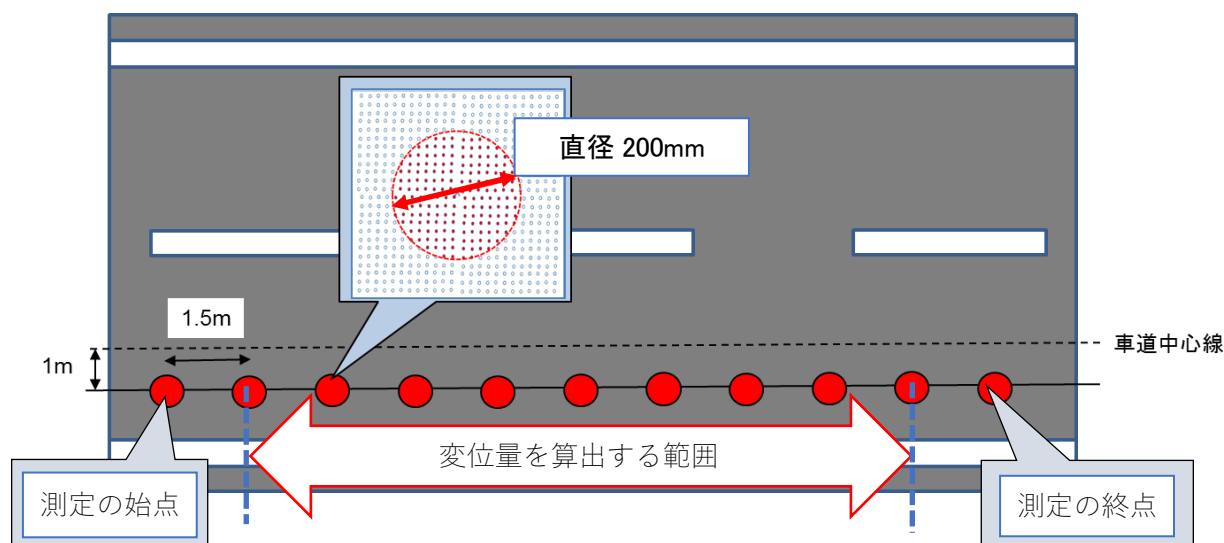


図2-9 計測点群データによる平坦性算出のイメージ

参考資料-7 傾斜補正機能付きプリズムの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

傾斜補正機能付きプリズムの精度確認試験実施手順書（案）

1. 実施時期

精度確認試験は、利用前 12 か月以内に実施する。

受注者は、本精度確認により、用途別に定められた要求精度を満足することを確認した計測条件の範囲内で出来形管理等に用いることができる。

2. 精度確認の実施方法

①計測点の設定

計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に 2 点以上の計測点を設置する。

②TS 等光波方式の計測

計測点にプリズム及びポールを設置し、3 次元座標を計測する。

③傾斜補正機能を用いた計測

計測点にプリズムを設置する。ポールの傾斜を出来形等の計測時に想定される最大の傾斜に設定し、3 次元座標を計測する。

3. 評価基準

プリズム及びポールを鉛直に立てた状態で計測した 3 次元座標と、傾斜させた状態で計測し、傾斜補正機能を用いて補正した 3 次元座標を比較し、その差が適正であることを確認する。

表 2-7 精度確認試験での精度確認基準

出来形 管理方法	用途	測定精度
断面管理 の場合	起工測量	【鉛直方向】 ± 5 mm以内 【平面方向】 ± 5 mm以内
	出来形計測	※ただし、この場合でも国土地理院認定 1 級と同等以上として使用することはできない
面管理 の場合	起工測量	【鉛直方向】 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
	出来形計測	【平面方向】 アスファルト舗装 路床表面 ±20mm 以内 下層路盤表面 ±20mm 以内 上層路盤表面 ±20mm 以内 基層・中間層表面 ±10mm 以内 表層表面 ±10mm 以内 コンクリート舗装 路床表面 ±20mm 以内 下層路盤表面 ±20mm 以内 粒度調整路盤表面 ±20mm 以内 セメント(石灰・瀝青)安定処理表面 ±20mm 以内 アスファルト中間層表面 ±10mm 以内 コンクリート舗装版表面 ±10mm 以内

4. 実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

(様式)

精度確認試験結果報告書

〇〇年〇〇月〇〇日
工 事 名 :
受 注 者 名 :
作 成 者 : 印

(1) 試験概要

測定日	〇〇年〇〇月〇〇日
測定条件	天候：晴れ 気温：8℃
測定場所	(株)〇〇〇〇 構内にて
精度確認の対象機器	メーカー : (株)A B C 社 測定装置名称：ABC-123 測定装置の製造番号：ABC0123
検証機器（真値を計測する測定機器）	T S 機種名：〇〇〇 (級別：〇級)
精度確認方法	・ T S と傾斜補正機能付きプリズムで計測した各座標の較差
検証機器と既知点の距離	〇m

(2) 精度確認試験結果

検証点名：〇〇〇〇				
傾斜補正機能付きプリズムによる計測時のポールの傾斜：15°				
		x 座標	y 座標	z 座標
①真値の計測結果 (x , y , z)	1 点 目	18099. 980	4432. 150	168. 158
	2 点 目	18003. 679	4439. 261	163. 219
②傾斜補正機能付きプリズムによる計測結果 (x ′ , y ′ , z ′)	1 点 目	18099. 981	4432. 153	168. 159
	2 点 目	18003. 680	4439. 261	163. 221
③差の確認（測定精度） (x ′ , y ′ , z ′) − (x , y , z)	1 点 目	0. 001	0. 003	0. 001
	2 点 目	0. 002	0. 000	0. 002
x 成分（最大）＝0. 002m（2mm）；合格（基準値±20mm 以内）				
y 成分（最大）＝0. 003m（3mm）；合格（基準値±20mm 以内）				
z 成分（最大）＝0. 002m（2mm）；合格（基準値±10mm 以内）				

参考資料-8 地上移動体搭載型プリズムの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

地上移動体搭載型プリズムの精度確認試験実施手順書（案）

1. 実施時期

精度確認試験は、現場毎に実施する。

地上移動体搭載型プリズムの構造・寸法を変更した場合はその都度、精度確認試験を実施する。
受注者は、本精度確認により、用途別に定められた要求精度を満足することを確認した計測条件の範囲内で出来形管理等に用いることができる。

2. 精度確認の実施方法

2.1 機器の仕様及び現場設置の確認

地上移動体搭載型プリズムは、移動しながらの計測時、計測対象面の縦断勾配の影響を受けてプリズムが傾斜するが、この傾斜によって生じる3次元座標の誤差を補正しないものを用いる場合は、計測範囲内での最大勾配以上となった状態での高さ計測値の誤差の理論値をプリズムの傾斜及びプリズム高さをを用いて幾何的に計算し、これが用途別に定められた要求精度を満足することを確認する。

なお、道路構造令で定められる縦断勾配の最大値は12%である。

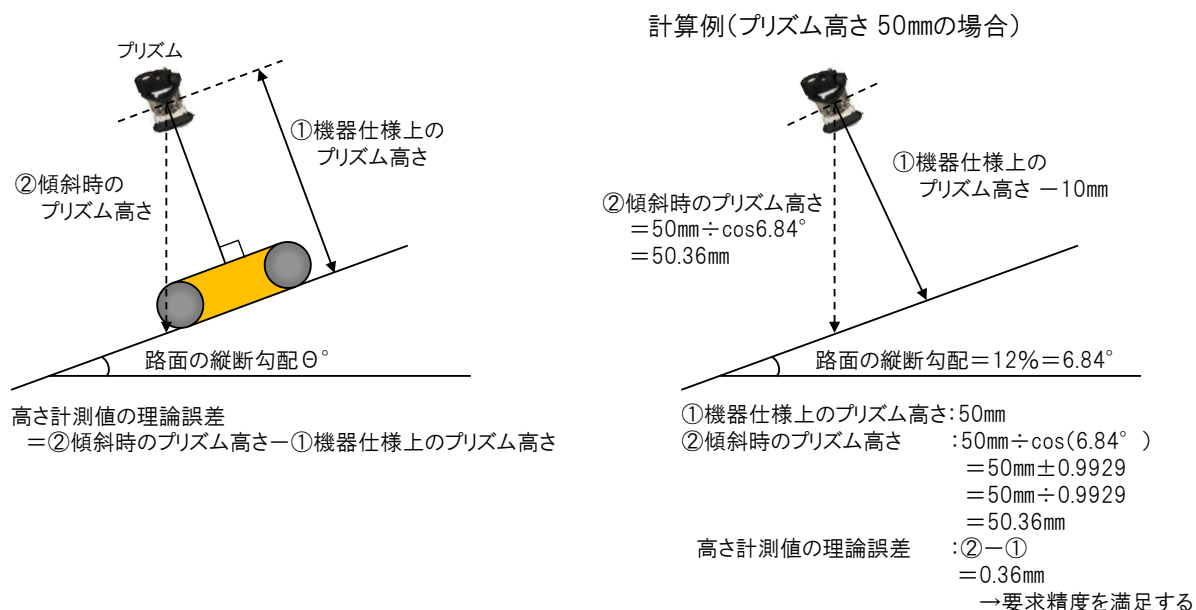


図2-10 計測値の理論誤差の計算例

2.2 実測による精度確認

以下の手順により、要求精度に対して以下に例示する最も不利となる条件を設定して、実測による精度確認を実施する。

①計測点の設定

地上移動体搭載型プリズムにより、3次元座標を計測する測線を設定する。地上移動体搭載型プリズムは、計測対象面の傾斜が大きくなるほど誤差が増大する傾向があるため、以下の2ケー

ス実施する。

(ケース 1) 計測範囲内での設計上の最大勾配※以上の勾配を上る方向に進むケース

(ケース 2) 計測範囲内での設計上の最大勾配※以上の勾配を下る方向に進むケース

※設計上の最大勾配とは、縦断勾配・横断勾配を合成した勾配である

②地上移動体搭載型プリズムによる計測

各測線に沿って地上移動体搭載型プリズムによる路面の3次元座標計測を連続的に行う。地上移動体搭載型プリズムは、計測中の移動速度が速くなるほど誤差が増大する傾向があるため、出来形等の計測時に選定される最大の移動速度にて計測を行う。

③レベルによる計測

上記②によって計測された3次元座標を10点抽出し、これらの点の平面位置(x, y)における高さ(z)をレベルにより計測する。

同一の平面位置(x, y)における地上移動体搭載型プリズムとレベルによる高さ(z)の計測値を比較し、高さ誤差を求める。

3. 評価基準

10点の高さ誤差が適正であることを確認する。

表2-8 精度確認試験での精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考																						
・10 点の高さ誤差の 平均値+ (10 点の高 さ誤差の標準偏差) × 2 が精度確認基 準を満足すること を確認する ・比較は計測範囲内で の設計上の最大勾 配を、上る方向に進 むケースと下る方 向に進むケースに ついて行う。	アスファルト舗装 <table><tr><td>路床表面</td><td>±20mm 以内</td></tr><tr><td>下層路盤表面</td><td>±10mm 以内</td></tr><tr><td>上層路盤表面</td><td>±10mm 以内</td></tr><tr><td>基層・中間層表面</td><td>±4mm 以内</td></tr><tr><td>表層表面</td><td>±4mm 以内</td></tr></table> コンクリート舗装 <table><tr><td>路床表面</td><td>±20mm 以内</td></tr><tr><td>下層路盤表面</td><td>±10mm 以内</td></tr><tr><td>粒度調整路盤表面</td><td>±10mm 以内</td></tr><tr><td>セメント(石灰・瀝青)安定処理表面</td><td>±10mm 以内</td></tr><tr><td>アスファルト中間層表面</td><td>±4mm 以内</td></tr><tr><td>コンクリート舗装版表面</td><td>±4mm 以内</td></tr></table>	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	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	精度確認基準を満 足する最大移動速 度を確認する
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																							
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																							

4. 実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

(様式)

精度確認試験結果報告書

〇〇年〇〇月〇〇日
工 事 名 :
受 注 者 名 :
作 成 者 : 印

(1) 試験概要

測定日	〇〇年〇〇月〇〇日
測定条件	天候：晴れ 気温：8℃
測定場所	(株)〇〇〇〇 構内にて
精度確認の対象機器	メーカー：(株)ABC社 測定装置名称：TS9800 測定装置の製造番号：T0123
検証機器（真値を計測する測定機器）	TS 機種名：〇〇〇（級別：〇級）
精度確認方法	・TS（プリズム方式）とTS（地上移動体搭載型プリズム）の高さ較差
検証機器と既知点の距離	〇m

(2) 精度確認試験結果

検証点名：〇〇〇〇																																																																																															
地上移動体搭載型プリズムによる計測と機のプリズム高：50mm																																																																																															
路面勾配：下り 12.3%																																																																																															
路面勾配：上り 12.3%																																																																																															
<table><tr><th>点名</th><th>X</th><th>Y</th><th>① z (移動型プリズム)</th><th>② z (TS)</th><th>①-② 計測誤差 (mm)</th></tr><tr><td>5040</td><td>-88056.3</td><td>16034.99</td><td>185.832</td><td>185.828</td><td>4</td></tr><tr><td>5041</td><td>-88057.2</td><td>16034.37</td><td>185.705</td><td>185.7</td><td>5</td></tr><tr><td>5042</td><td>-88058.1</td><td>16033.77</td><td>185.58</td><td>185.573</td><td>7</td></tr><tr><td>5043</td><td>-88059</td><td>16033.15</td><td>185.446</td><td>185.439</td><td>7</td></tr><tr><td>5044</td><td>-88060</td><td>16032.55</td><td>185.312</td><td>185.308</td><td>4</td></tr><tr><td>5045</td><td>-88060.9</td><td>16031.93</td><td>185.188</td><td>185.182</td><td>6</td></tr><tr><td>5046</td><td>-88061.8</td><td>16031.3</td><td>185.059</td><td>185.05</td><td>9</td></tr><tr><td>5047</td><td>-88062.7</td><td>16030.74</td><td>184.934</td><td>184.928</td><td>6</td></tr><tr><td>5048</td><td>-88063.6</td><td>16030.17</td><td>184.81</td><td>184.802</td><td>8</td></tr><tr><td>5049</td><td>-88064.6</td><td>16029.53</td><td>184.667</td><td>184.661</td><td>6</td></tr><tr><td>5050</td><td>-88065.5</td><td>16028.93</td><td>184.531</td><td>184.526</td><td>5</td></tr><tr><td colspan="5">平均誤差 (mm)</td><td>6.1</td></tr><tr><td colspan="5">最大誤差 (mm)</td><td>4</td></tr><tr><td colspan="5">誤差の標準偏差 σ (mm)</td><td>1.5</td></tr></table>						点名	X	Y	① z (移動型プリズム)	② z (TS)	①-② 計測誤差 (mm)	5040	-88056.3	16034.99	185.832	185.828	4	5041	-88057.2	16034.37	185.705	185.7	5	5042	-88058.1	16033.77	185.58	185.573	7	5043	-88059	16033.15	185.446	185.439	7	5044	-88060	16032.55	185.312	185.308	4	5045	-88060.9	16031.93	185.188	185.182	6	5046	-88061.8	16031.3	185.059	185.05	9	5047	-88062.7	16030.74	184.934	184.928	6	5048	-88063.6	16030.17	184.81	184.802	8	5049	-88064.6	16029.53	184.667	184.661	6	5050	-88065.5	16028.93	184.531	184.526	5	平均誤差 (mm)					6.1	最大誤差 (mm)					4	誤差の標準偏差 σ (mm)					1.5
点名	X	Y	① z (移動型プリズム)	② z (TS)	①-② 計測誤差 (mm)																																																																																										
5040	-88056.3	16034.99	185.832	185.828	4																																																																																										
5041	-88057.2	16034.37	185.705	185.7	5																																																																																										
5042	-88058.1	16033.77	185.58	185.573	7																																																																																										
5043	-88059	16033.15	185.446	185.439	7																																																																																										
5044	-88060	16032.55	185.312	185.308	4																																																																																										
5045	-88060.9	16031.93	185.188	185.182	6																																																																																										
5046	-88061.8	16031.3	185.059	185.05	9																																																																																										
5047	-88062.7	16030.74	184.934	184.928	6																																																																																										
5048	-88063.6	16030.17	184.81	184.802	8																																																																																										
5049	-88064.6	16029.53	184.667	184.661	6																																																																																										
5050	-88065.5	16028.93	184.531	184.526	5																																																																																										
平均誤差 (mm)					6.1																																																																																										
最大誤差 (mm)					4																																																																																										
誤差の標準偏差 σ (mm)					1.5																																																																																										
<table><tr><th>点名</th><th>X</th><th>Y</th><th>① z (移動型プリズム)</th><th>② z (TS)</th><th>①-② 計測誤差 (mm)</th></tr><tr><td>5074</td><td>-88065.5</td><td>16028.92</td><td>184.526</td><td>184.521</td><td>5</td></tr><tr><td>5075</td><td>-88064.6</td><td>16029.48</td><td>184.658</td><td>184.652</td><td>6</td></tr><tr><td>5076</td><td>-88063.7</td><td>16030.11</td><td>184.797</td><td>184.791</td><td>6</td></tr><tr><td>5077</td><td>-88062.7</td><td>16030.76</td><td>184.932</td><td>184.927</td><td>5</td></tr><tr><td>5078</td><td>-88061.9</td><td>16031.3</td><td>185.055</td><td>185.049</td><td>6</td></tr><tr><td>5079</td><td>-88060.9</td><td>16031.92</td><td>185.183</td><td>185.177</td><td>6</td></tr><tr><td>5080</td><td>-88060.1</td><td>16032.47</td><td>185.297</td><td>185.292</td><td>5</td></tr><tr><td>5081</td><td>-88059.2</td><td>16033.07</td><td>185.426</td><td>185.423</td><td>3</td></tr><tr><td>5082</td><td>-88058.3</td><td>16033.66</td><td>185.551</td><td>185.545</td><td>6</td></tr><tr><td>5083</td><td>-88057.4</td><td>16034.27</td><td>185.684</td><td>185.679</td><td>5</td></tr><tr><td>5084</td><td>-88056.5</td><td>16034.82</td><td>185.799</td><td>185.796</td><td>3</td></tr><tr><td colspan="5">平均誤差 (mm)</td><td>5.1</td></tr><tr><td colspan="5">最大誤差 (mm)</td><td>3</td></tr><tr><td colspan="5">誤差の標準偏差 σ (mm)</td><td>1.1</td></tr></table>						点名	X	Y	① z (移動型プリズム)	② z (TS)	①-② 計測誤差 (mm)	5074	-88065.5	16028.92	184.526	184.521	5	5075	-88064.6	16029.48	184.658	184.652	6	5076	-88063.7	16030.11	184.797	184.791	6	5077	-88062.7	16030.76	184.932	184.927	5	5078	-88061.9	16031.3	185.055	185.049	6	5079	-88060.9	16031.92	185.183	185.177	6	5080	-88060.1	16032.47	185.297	185.292	5	5081	-88059.2	16033.07	185.426	185.423	3	5082	-88058.3	16033.66	185.551	185.545	6	5083	-88057.4	16034.27	185.684	185.679	5	5084	-88056.5	16034.82	185.799	185.796	3	平均誤差 (mm)					5.1	最大誤差 (mm)					3	誤差の標準偏差 σ (mm)					1.1
点名	X	Y	① z (移動型プリズム)	② z (TS)	①-② 計測誤差 (mm)																																																																																										
5074	-88065.5	16028.92	184.526	184.521	5																																																																																										
5075	-88064.6	16029.48	184.658	184.652	6																																																																																										
5076	-88063.7	16030.11	184.797	184.791	6																																																																																										
5077	-88062.7	16030.76	184.932	184.927	5																																																																																										
5078	-88061.9	16031.3	185.055	185.049	6																																																																																										
5079	-88060.9	16031.92	185.183	185.177	6																																																																																										
5080	-88060.1	16032.47	185.297	185.292	5																																																																																										
5081	-88059.2	16033.07	185.426	185.423	3																																																																																										
5082	-88058.3	16033.66	185.551	185.545	6																																																																																										
5083	-88057.4	16034.27	185.684	185.679	5																																																																																										
5084	-88056.5	16034.82	185.799	185.796	3																																																																																										
平均誤差 (mm)					5.1																																																																																										
最大誤差 (mm)					3																																																																																										
誤差の標準偏差 σ (mm)					1.1																																																																																										
<table><tr><td>平均誤差 μ : 6.1mm</td><td>平均誤差 μ : 5.1mm</td></tr><tr><td>誤差の標準偏差 σ : 1.5mm</td><td>誤差の標準偏差 σ : 1.1mm</td></tr><tr><td>μ + 2 σ = 6.1 + 1.5 × 2 = 9.1mm</td><td>μ + 2 σ = 5.1 + 1.1 × 2 = 7.3mm</td></tr></table>						平均誤差 μ : 6.1mm	平均誤差 μ : 5.1mm	誤差の標準偏差 σ : 1.5mm	誤差の標準偏差 σ : 1.1mm	μ + 2 σ = 6.1 + 1.5 × 2 = 9.1mm	μ + 2 σ = 5.1 + 1.1 × 2 = 7.3mm																																																																																				
平均誤差 μ : 6.1mm	平均誤差 μ : 5.1mm																																																																																														
誤差の標準偏差 σ : 1.5mm	誤差の標準偏差 σ : 1.1mm																																																																																														
μ + 2 σ = 6.1 + 1.5 × 2 = 9.1mm	μ + 2 σ = 5.1 + 1.1 × 2 = 7.3mm																																																																																														
基準値 μ + 2 σ ≤ 10mm (路盤の出来形計測に用いる場合)																																																																																															
合格																																																																																															

第3編 路面切削工編

参考資料-1 施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

施工履歴データの精度確認試験実施手順書

2. 実施方法

1) 施工前の精度確認（水平精度の確認）

施工前に、水平精度の確認を下記①または②の方法で実施する。

① TS等を使用する方法

平面位置について既設舗装面（切削前）において、施工履歴データの平面位置座標（ x, y ）または測点等の管理位置と、TSまたはRTK-GNSSによる実測値（ x, y ）または測点等の管理位置を比較し、後掲「3. 評価基準」を満足することを確認する。

② TS等を使用しない方法

当日施工する範囲内の既設舗装面（切削前）に、平面座標（ x, y ）が既知の点をマーキングする（これを管理ポイントと呼ぶ）。管理ポイントは路面にマーキングした測点のラインと切削レーンの左右端部のラインが交差する点等、施工管理のために設けたマーキングをそのまま用いてもよい。次に、施工履歴データを記録しているポイント（切削ドラムの端部の、路面に刃先が接地するポイント等）を管理ポイントに合わせて設置し、車載モニタ等に表示される施工履歴データを記録しているポイントの平面座標を記録する。この平面座標と管理ポイントの平面座標とを比較し、後掲「3. 評価基準」を満足することを確認する。

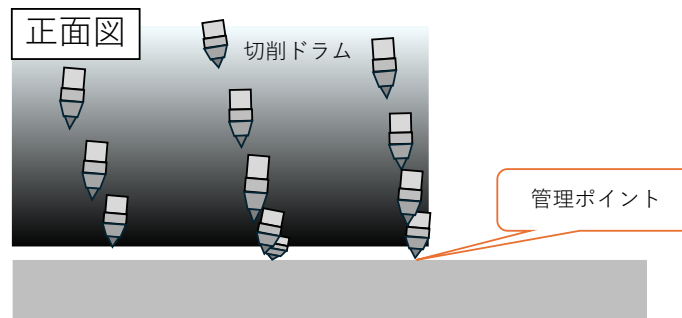


図 3-1 管理ポイントの一例

2) 施工後の精度確認（高さまたは切削深さ計測精度の確認）

履歴取得位置と実績値（切削後）の同一平面位置にて、施工履歴データとして記録された刃先高さあるいは深さと、TS・レベル・水糸・メジャ等で実測した高さあるいは深さとの差を算出し、後掲「3. 評価基準」に記載の精度確認基準を満足することを確認する。

設計切削厚と、切削機の切削厚の表示が異なった場合は、都度補正を行う。補正を行う際には、補正を行った位置、補正值、補正を行った理由を記録する。精度確認の実施時点は、当該施工日に最初に切削する1レーンの全部または一部の切削を行った時点でよい。

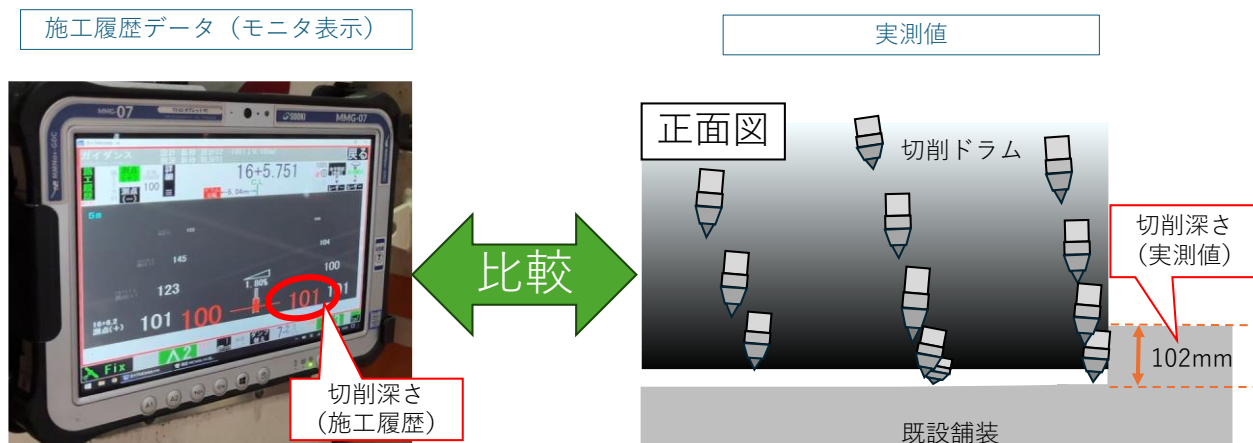


図3-2 施工後の精度確認（切削深さで計測精度を確認する場合）



図3-3 高さまたは切削深さの計測実施例

3. 評価基準

計測結果を従来手法による計測結果と比較し、その差が適正であることを確認する。

表3-1 精度確認試験での精度確認基準

試験モード	比較方法	精度確認基準	備考
施工前の 精度確認 (水平精度)	平面位置座標 (x, y) または測点等の管理位置で、施工履歴データと実際の位置とのずれを確認	作業日ごとによる作業装置位置の取得精度 ((x, y) 座標または測点等の管理位置からのずれ) が、±50mm 以内	施工日ごとに1回実施
施工後の 精度確認 (高さまたは切削深さ計測精度)	施工履歴データに記録された高さまたは深さと、実測した高さまたは深さとの差	高さの較差: 0mm 以下 (切削後の標高－標高指示値) 深さの較差: 0mm 以上 (切削後の深さ－切削指示値)	施工日ごとに1回実施

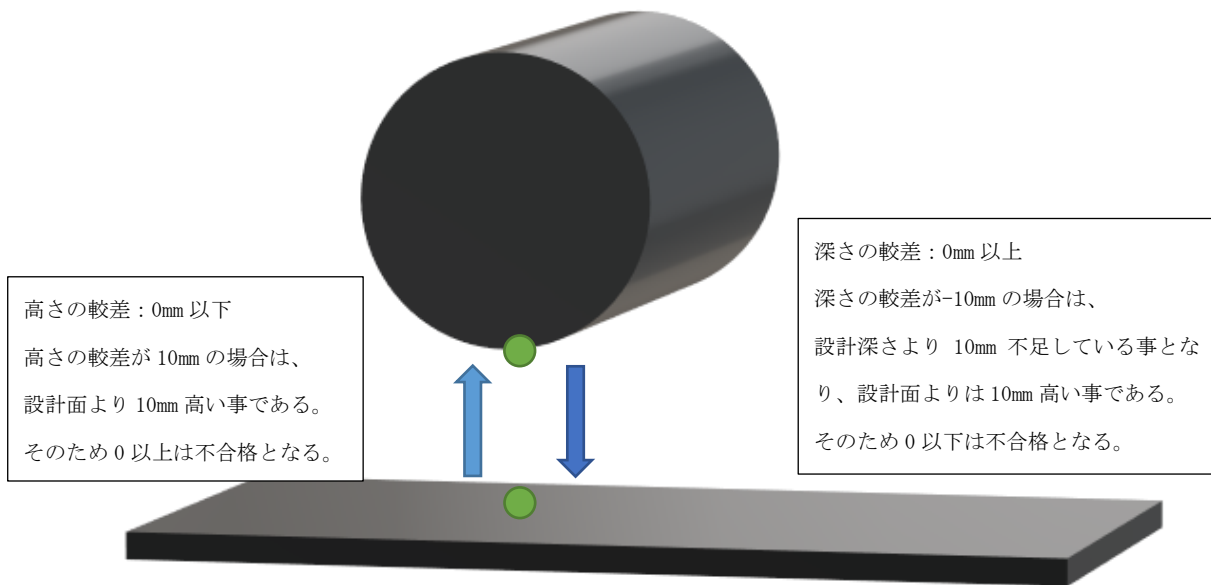


図 3-4 施工後の精度確認基準イメージ

4. 実施結果の記録

「2. 1) 施工前の精度確認」及び「2. 2) 施工後の精度確認」の実施結果を記録・提出する。
本管理要領（案）に、作業装置位置の取得精度に関する記録シートを示す。

(様式)

精度確認試験結果報告書

〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名 : _____
受 注 者 名 : _____
作 成 者 : _____ 印

(1) 試験概要

測定日	〇〇年〇〇月〇〇日
測定条件	天候：晴れ 気温：8℃
測定場所	〇〇工事 現場内
精度確認の対象機器	メーカー：(株)ABC社 測定装置名称：SR420 測定装置の製造番号：SN00022
検証機器（真値を計測する測定機器）	TS 機種名：〇〇〇（級別：〇級）
精度確認方法	・施工履歴データとTS・レベル／水系との切削深さの較差

(2) 精度確認試験結果

■水平精度		
	測点	横断離れ距離
①真値（(測点・横断離れ距離)または(x, y)）	No. 16+5.00	4.500m
②施工履歴データ（(測点・横断離れ距離)または(x', y'））	No. 16+5.002	4.503m
③差の確認（測定精度）（②－①）	0.002	0.003
縦断方向（測点の差）＝0.002m（2mm）；合格（基準値±50mm以内） 横断方向（横断離れ距離の差）＝0.003m（3mm）；合格（基準値±50mm以内）		
■高さまたは切削深さ計測精度		
計測箇所	No. 〇〇+5m付近	
①切削深さ（実測値）	52mm	
②切削深さ（施工履歴データ）	51mm	
差（②－①）	－1mm	
基準値	0mm以下 （施工履歴データよりも実測値の方が切削深さが深い）	
可否	合格	

参考資料-2 国土地理院で規定がないT S等光波方式の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

現場におけるT S等光波方式の測定精度を確認するために、現場に設置した2箇所以上の計測点を設定し、T Sと国土地理院で規定がないT S等光波方式で計測した計測結果精度確認試験を行う。

【測定精度】

計測範囲内で平面精度 $\pm 5\text{ mm}$ 、鉛直精度 $\pm 5\text{ mm}$ 以内

【解説】

受注者は、計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に2点以上の計測点を設定し、T Sと国土地理院で規定がないT S等光波方式で計測した計測結果を比較し、その差が適正であることを確認する。

国土地理院で規定がないT S等光波方式の事前精度確認試験実施手順書（案）

1. 実施時期

精度確認試験は、現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用前にその精度確認試験を行うことが望ましい。

受注者は、本精度確認により、国土地理院で規定がないT S等光波方式にて所要の計測値が得られる場合に限り、これを確認した計測条件、計測距離の範囲内で、国土地理院で規定がないT S等光波方式を出来形計測に適用することができる。

2. 実施方法

①計測点の設定

計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に2点以上の計測点を設定する。

②T Sによる計測

計測点にプリズムを設置する。プリズムを付けるピンポールには、先端が平らなものを用い、ピンポール先端が路面の窪みに刺さらないようにする。ピンポールの下に平滑で小さいプレートを設置してもよい。この場合プレートの厚みを高さ計測値から差し引く。

プリズムをT Sで視準し3次元座標を計測する。

③国土地理院で規定がないT S等光波方式による計測

プリズム方式による計測完了後、望遠鏡のないタイプのものはプリズムを自動追尾する機能により3次元座標を計測する。

3. 評価基準

T Sと国土地理院で規定がないT S等光波方式で計測した計測結果を比較し、その差が適正であることを確認する。

表3-2 精度確認試験での精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
T Sと国土地理院で規定がないT S等光波方式の計測座標値の較差	平面座標 ± 5 mm 以内 標高差 ± 5 mm 以内	現場内2箇所以上

4. 実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

(様式)

精度確認試験結果報告書

〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名 : _____
 受 注 者 名 : _____
 作 成 者 : _____ 印

(1) 試験概要

測定日	〇〇年〇〇月〇〇日
測定条件	天候：晴れ 気温：8℃
測定場所	(株)〇〇〇〇構内道路改修工事にて
精度確認の対象機器	メーカー : (株)A B C 社 測定装置名称：ABC-123 測定装置の製造番号：ABC0123
検証機器（真値を計測する測定機器）	T S 機種名：〇〇〇 (級別：〇級)
精度確認方法	・ T S と国土地理院で規定がないT S等光波方式 の、検証点の各座標の較差
検証機器と検証点との距離	〇〇m

(2) 精度確認試験結果

検証点名：〇〇〇〇				
		x 座標	y 座標	z 座標
①真値の計測結果 (x, y, z)	1 点目	44044.720	-11987.655	17.890
	2 点目	44060.797	-11993.390	17.530
②国土地理院で規定がないT S等光波方式 による計測結果 (x', y', z')	1 点目	44044.722	-11987.656	17.893
	2 点目	44060.802	-11993.394	17.533
③差の確認（測定精度） (x', y', z') - (x, y, z)	1 点目	0.002	0.001	0.003
	2 点目	0.005	0.004	0.003
x 成分（最大）=0.005m (5mm)；合格（基準値±5mm 以内）				
y 成分（最大）=0.004m (4mm)；合格（基準値±5mm 以内）				
z 成分（最大）=0.003m (3mm)；合格（基準値±5mm 以内）				

参考資料-4 切削オーバーレイ工の“厚さ”を“基準高”で代替し管理する方法

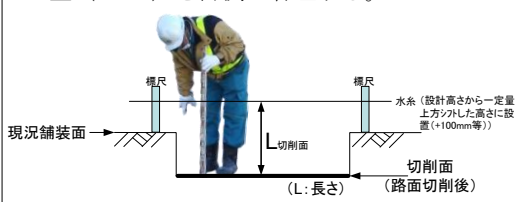
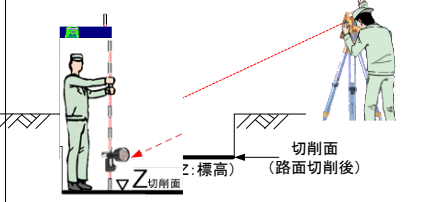
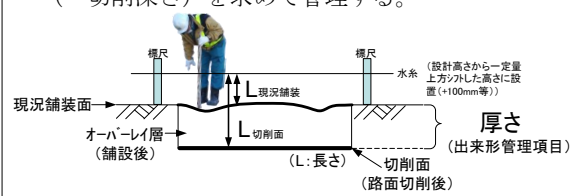
切削オーバーレイ工の“厚さ”を“基準高”で代替し管理する方法

本管理要領（案）を用いて出来形管理を行う場合、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」（国土交通省各地方整備局）に規定されている、路面切削工の出来形管理項目の“厚さ”の管理を“基準高”の管理で代替することとする。

現行の路面切削工の“厚さ”の管理方法と、これの代替として“基準高”を管理する方法を下图に示す。

路面切削工の厚さ（＝切削深さ）については、現行では水系等を用いて、切削面の設計高さとし上がり高さの差を求め、これを厚さの代わりに管理していることが多い（下图左欄**方法A**参照）。また、路面切削前後の高さを水系等を用いて計測し、両計測値の差から切削深さを求める場合もある（下图左欄**方法B**参照）。

本管理要領（案）による出来形管理を行う場合、路面切削後、出来形計測点の基準高をTS等光波方式にて計測すると、切削面と設計との基準高の差が自動計算・表示されるので、この値を厚さ（＝切削深さ）の代わりに用いて管理を行う。

現行の管理手法	TSによる管理手法
方法A 水系等を用いて下がり量を計測・管理 ① 設計高さから一定量（100mm等）上方の高さに水系を渡し、切削面の水系からの下がり量（$L_{\text{切削面}}$）を計測・管理する。  ②（$L_{\text{切削面}}$）から切削面と設計の基準高の差を把握し、厚さ（＝切削深さ）の代わりにしてこれを管理する。 （例）切削面と設計の基準高の差 $= (L_{\text{切削面}}) - 100\text{mm} ※$ ※水系を設計よりも100mm上方に設置した場合	① 切削後、切削面との基準高（$Z_{\text{切削面}}$）をTSで計測する  ②（$Z_{\text{切削面}}$）から切削面と設計との基準高の差が出来形管理用TSが自動計算・表示するので、この値を厚さ（＝切削深さ）の代わりに用いて管理を行う。
方法B 水系等を用いて計測した下がり量から層厚を算出・管理 ① 路面切削前に現況舗装面の水系からの下がり量を計測する（$L_{\text{現況舗装}}$）。 ② 路面切削後に切削面の水系からの下がり量を計測する（$L_{\text{切削面}}$） ③ $L_{\text{現況舗装}}$ と $L_{\text{切削面}}$ の差から路面切削工の厚さ（＝切削深さ）を求めて管理する。 	

第4編 河川浚渫工編

参考資料-1 音響測深機器の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

現場における音響測深機器の測定精度を確認するために、鉛直方向については、井桁測線による水深差による確認あるいは、検証点における標高差による精度確認を行う。平面方向については、既知点とGNSSの平面位置を比較する精度確認を行う。

【測定精度】

鉛直方向	±100mm 以内（起工測量に利用する場合は±100mm 以内、 部分払い用出来高計測に利用する場合は±200mm 以内）
平面方向	±100mm 以内（起工測量に利用する場合は±100mm 以内、 部分払い用出来高計測に利用する場合は±200mm 以内）

【解説】

受注者は、利用する機器の特徴を十分に把握した上で、鉛直方向及び平面方向の精度確認を実施する。精度確認方法は、次頁の「音響測深機器の精度確認試験実施手順書（案）」を参照して実施すること。

音響測深機器の精度確認試験実施手順書（案）

1. 実施時期

精度確認試験は、現場の計測と同時にすることも可能であるが、利用前にその精度確認試験を行うことが望ましい。現時点においては、艀装して装着するシステムを利用する場合は、艀装ごとに精度確認試験を実施する必要があるが、一体型の場合は、暫定案として利用前6か月以内に精度確認試験を実施することとする。

2. 実施方法

音響測深機器の測定精度は、以下の手順にて精度確認試験を行い、測定精度が $\pm 100\text{mm}$ 以内であることを確認する。鉛直精度については、a. あるいはb. の試験方法、平面精度については、c. の方法（必要に応じてd. の方法も加える）で確認することとする。測定精度の確認は、1日1回実施すること。

a. 井桁測線による水深差による精度確認（鉛直精度）

井桁測線は左右のビームが100%重複するように2本の平行な測深線及びそれに直交する2本の測深線を設定し、このデータにおける重複部の水深差を比較することで確認することとする。また、バーチェック（反射物を一定の深さに吊り下げた状態で、ソナーヘッドから距離を確認する）による測定精度の確認も行うものとする。重複している測線の点データは、完全に同じ位置を計測しているものではないため、出来形管理に必要な分解能のメッシュサイズで、比較検証する。確認結果は、様式にとりまとめることとする。

検測は、出来形計測箇所近傍の適切な場所（斜面部や凹凸の激しい場所は避ける）で行う。

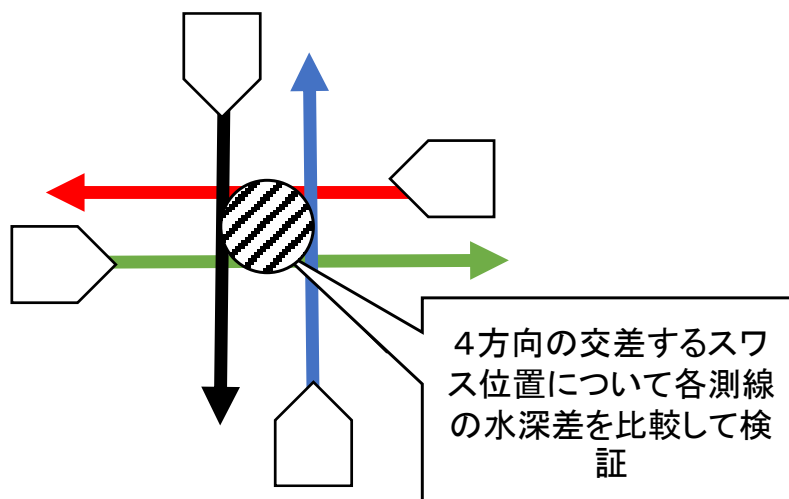


図4-1 井桁測線による水深差による精度確認（鉛直精度）

b. 検証点における標高差による精度確認（鉛直精度）

精度確認の方法は、精度検証用の検証点を現場に5m間隔で5箇所設置し、検証点と音響測深機器の位置関係が横断方向の最大有効幅となるような測線上で計測する。検測で得られた計測点群データと真値の座標を比較することで確認することとする。検証点の計測は、基準点あるいは、工事基準上などの既知点の座標値や、基準点及び工事基準点を用いて測量した座標値を利用する。確認結果は、様式にとりまとめることとする。なお、シングルビームでの確認時は、検証点の付

近に2つの測線を設置し、得られた計測点群データを内挿し、検証点との標高較差を算出する。

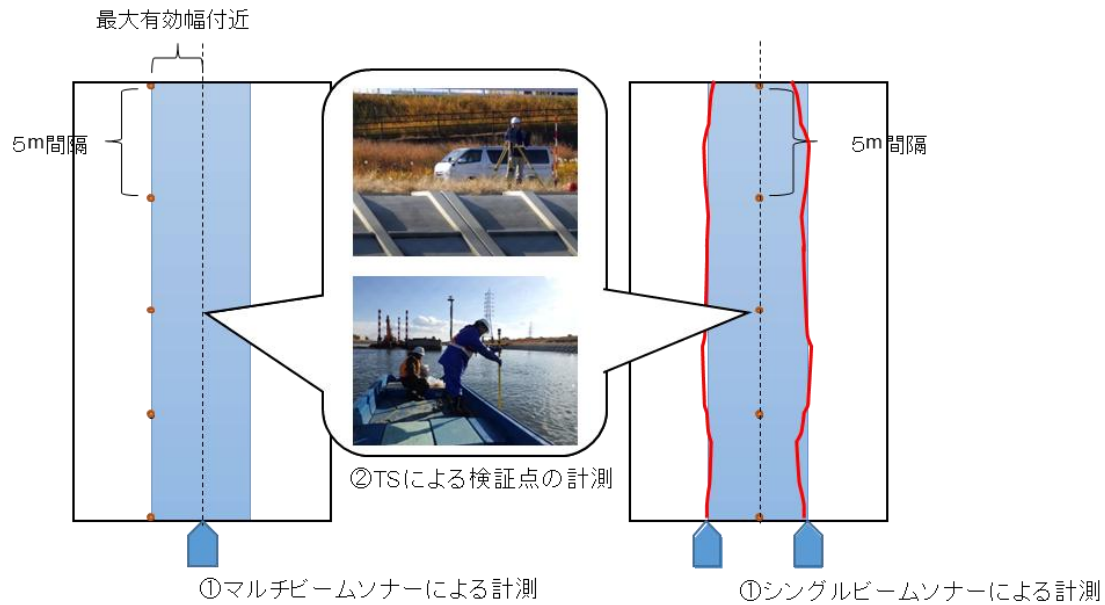


図4-2 検証点における標高差による精度確認（鉛直精度）

c. 位置精度確認（平面精度）

水深測量時に使用するGNSSは、十分な精度を有している必要があることから、既知点を設置し、既知点の座標とGNSSの計測結果との差が所要の精度以内であることを確認する。

精度確認の方法は既設基準点における事前チェックとし、観測時間は10分以上、収録間隔は1回/秒以上で行う。観測結果は、様式のGNSS精度管理表に取りまとめることとする。

なお、TS等光波方式を利用する場合は、上記の確認は不要とし、国土地理院認定3級と同等以上の測定精度を有し、適正な精度管理が行われている機器であることを確認する。

d. 位置精度確認（鉛直精度）

音響測深機器による深浅測量の基準面を水面とせず、測位の標高を利用する場合は、位置測位センサーの平面精度のc.の確認に加えて、既知点の座標との鉛直方向の差を確認すること。GNSSの標高値の測定精度は $\pm 30\text{mm}$ 以内とする。また、その結果について提出する。

3. 評価基準

音響測深機器による計測結果を前掲2の精度確認結果と比較し、その差が適正であることを確認する。

表4-1 精度確認試験での精度確認基準

比較方法	用途と精度確認基準	
標高較差	起工測量	±100mm 以内
	出来形部分払い	±200mm 以内
	出来形計測	±100mm 以内
平面較差	起工測量	±100mm 以内
	出来形部分払い	±200mm 以内
	出来形計測	±100mm 以内

4. 実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

(様式)

G N S S 精度確認結果 (平面位置利用時)

GNSS精度確認結果

令和〇〇年×月×日 実施

基準点「〇〇」において、使用するGNSSを設置し観測を実施した。
データの取得は1秒毎に、600個(10分間)のデータを取得した。
下表により、GNSSによる観測は本測量の精度を満たしている。

〇〇	世界測地 X	世界測地 Y
既知点座標	〇〇, 〇〇〇.〇〇〇	〇〇, 〇〇〇.〇〇〇
平均値座標	〇〇, 〇〇〇.〇〇〇	〇〇, 〇〇〇.〇〇〇
(観測平均)-(既知)	-〇.〇〇〇	+〇.〇〇〇

観測点分布図

● 観測差データ ● 観測差平均 ● 観測点

G N S S精度確認結果（平面位置及び標高利用時）

GNSS精度確認結果

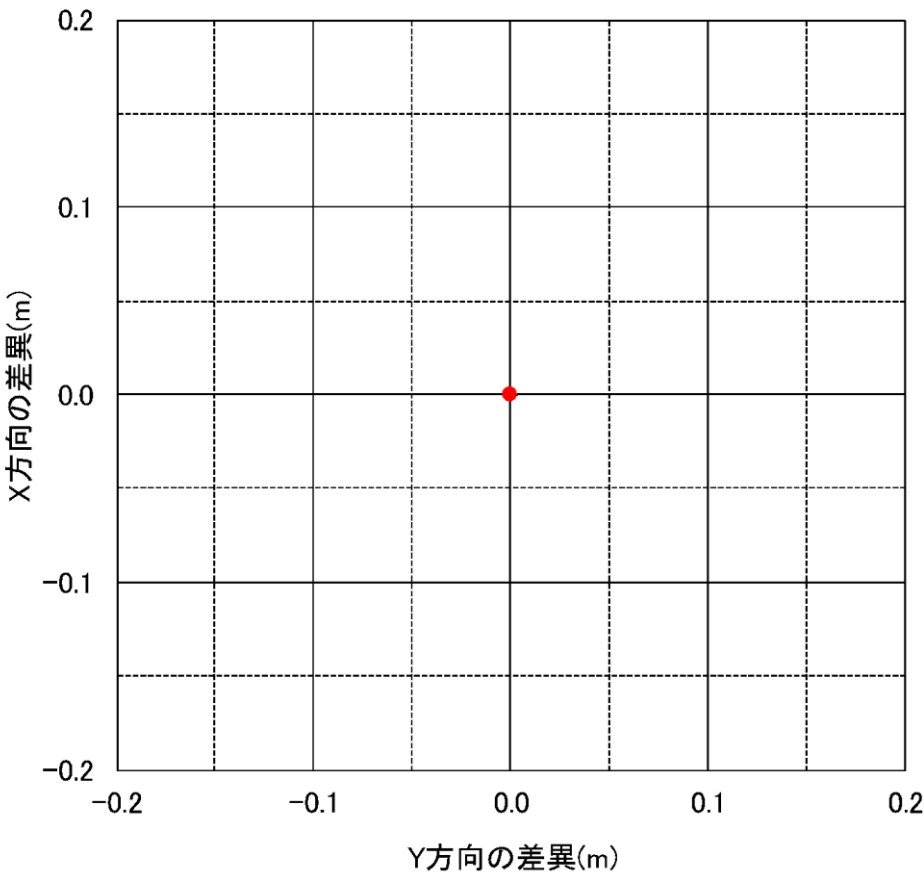
令和〇〇年×月×日 実施

基準点「〇〇」において、使用するGNSSを設置し観測を実施した。
データの取得は1秒毎に、600個（10分間）のデータを取得した。
下表により、GNSSによる観測は本測量の精度を満たしている。

〇〇	世界測地 X	世界測地 Y	世界測地 Z
既知点座標	〇〇, 〇〇〇.〇〇〇	〇〇, 〇〇〇.〇〇〇	〇〇, 〇〇〇.〇〇〇
平均値座標	〇〇, 〇〇〇.〇〇〇	〇〇, 〇〇〇.〇〇〇	〇〇, 〇〇〇.〇〇〇
（観測平均）-（既知）	-〇.〇〇〇	+〇.〇〇〇	+〇.〇〇〇

観測点分布図

● 観測差データ ● 観測差平均 ● 観測点



(様式)

音響測深機器精度管理表

音響測深機精度管理表				
実施測線 Co.○○○			点検者: ○○ ○○	
出合差制限: ±10cm				
始点からの距離	水 深		差分	判定
	本測	検測	本測－検測	
15			0.000	
20			0.000	
25			0.000	
30			0.000	
35			0.000	
40			0.000	
45			0.000	
50			0.000	
55			0.000	
60			0.000	
65			0.000	
70			0.000	
75			0.000	
80			0.000	
85			0.000	
90			0.000	
95			0.000	
100			0.000	
105			0.000	
110			0.000	
115			0.000	
120			0.000	
125			0.000	
130			0.000	
135			0.000	
140			0.000	
145			0.000	
150			0.000	
155			0.000	
160			0.000	
165			0.000	
170			0.000	
175			0.000	
180			0.000	
185			0.000	
190			0.000	
195			0.000	
200			0.000	
205			0.000	
210			0.000	
215			0.000	
220			0.000	
225			0.000	
230			0.000	
235			0.000	
240			0.000	
245			0.000	
250			0.000	
255			0.000	
260			0.000	
265			0.000	

(様式)

検証点による精度確認試験結果報告書

〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名 : _____
受 注 者 名 : _____
作 成 者 : _____ 印

(1) 試験概要

測定日	〇〇年〇〇月〇〇日
測定条件	天候：晴れ 気温：8℃
測定場所	〇〇工事 現場内
精度確認の対象機器	メーカー：(株)ABC社 測定装置名称：ABC-123 測定装置の製造番号：ABC0123
検証機器（真値を計測する測定機器）	TS 機種名：〇〇〇（級別：〇級）
精度確認方法	・TSとTLSとの平面座標の較差 ・TSとTLSとの標高較差
検証機器と検証点との距離	〇〇m

(2) 精度確認試験結果

①真値とする検証点の確認		
計測方法：TSによる座標値計測	真値で測定した検証点の標高	
		z (m)
	1点目	17.890
	2点目	17.950
	3点目	17.885
	4点目	17.911
	5点目	17.930
②音響測深機器による計測結果		
計測方法：マルチビームソナー	音響測深機器で測定した検証点の標高	
		z' (m)
	1点目	17.900
	2点目	17.900
	3点目	17.850
	4点目	17.940
	5点目	17.870
③差の確認（測定精度）		
音響測深機器による計測結果（x', y', z'）－ 真値とする検証点の座標値（x, y, z）		
音響測深機器で測定した検証点との標高較差		基準
	Δz (m)	Δz
1点目	0.01	±0.1m 以内
2点目	-0.05	
3点目	-0.005	
4点目	0.029	
5点目	-0.060	

(様式)

音響測深機器点検簿

音響測深機器点検簿

工事名:
実施年月日:

データ入力設定 (Hypack設定)

入力機器	port	IP

Sonic設定

入力機器	port	IP

RTK-GNSS設定

入力機器	port	チェック

パッチテスト結果 (単位°)

月 日	Roll	Pitch	Yaw
/			
/			
/			
/			
/			

修正方向

ソナー直下方向

Roll

Yaw

Pitch

インストレーションの測定

各機器の艀装状況 (Hypack installation offsets)

単位:m	star(X)	for(Y)	ver(Z)

※HypackはstarがX軸、forがY軸のプラス方向

POS/MV Instlation 1

単位:m	star(X)	for(Y)	ver(Z)

※POSはforがX軸、starがY軸のプラス方向

POS/MV Instlation2

単位:m	for

艀装状況図

vertical方向

forward方向

forward方向

starboard方向

GPS原点は底面ネジ切部より上方8.0cm

ソナー原点は後方17.0cm

機器配置図

IMU

4-9

音速度測定簿

記帳者 ○○ ○○

水深(m)

(様式)

水位記録簿

水位記録簿										
平成〇〇年×月×日		時刻	水位高(m)		時刻	水位高(m)		時刻	水位高(m)	
水位基準面			観測値	校正值		観測値	校正值		観測値	校正值
T.P.=±0.00 (m)		5:00			10:00			15:00		
		5:10			10:10			15:10		
		5:20			10:20			15:20		
時刻	水位高(m)	5:30			10:30			15:30		
0:00		5:40			10:40			15:40		
1:00		5:50			10:50			15:50		
2:00		6:00			11:00			16:00		
3:00		6:10			11:10			16:10		
4:00		6:20			11:20			16:20		
5:00		6:30			11:30			16:30		
6:00		6:40			11:40			16:40		
7:00		6:50			11:50			16:50		
8:00		7:00			12:00			17:00		
9:00		7:10			12:10			17:10		
10:00		7:20			12:20			17:20		
11:00		7:30			12:30			17:30		
12:00		7:40			12:40			17:40		
13:00		7:50			12:50			17:50		
14:00		8:00			13:00			18:00		
15:00		8:10			13:10			18:10		
16:00		8:20			13:20			18:20		
17:00		8:30			13:30			18:30		
18:00		8:40			13:40			18:40		
19:00		8:50			13:50			18:50		
20:00		9:00			14:00			19:00		
21:00		9:10			14:10			19:10		
22:00		9:20			14:20			19:20		
23:00		9:30			14:30			19:30		
計	0	9:40			14:40			19:40		
平均		9:50			14:50			19:50		
高 潮		h m m			低 潮		h m m			
		h m m					h m m			
MEMO					読取者	〇〇	校正者	× ×		
現場名：〇〇地形測量 検潮所：△△検潮所										

〇
〇
〇
〇
〇
株
式
会
社

参考資料-2 施工履歴データの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

施工履歴データの事前精度確認試験実施手順書

1. 実施時期

作業装置位置の測定精度確認のため、出来形管理範囲着工前にテスト作業による精度確認試験を実施する。また、作業期間中の精度を管理する目的で、静止状態での精度確認を日々実施することとする。

2. 実施方法

1) テスト作業による精度確認（着工前の精度確認）

施工前に、ICT建設機械によるテスト作業を行い、施工履歴データの測定精度を確認する。確認は下記の①、②のいずれかの方法によって行う。現場内にテスト作業で掘削・整形が行える適切な場所がない場合は②の方法にて確認を行う。精度確認結果は、様式に従って記録する。

①実際に掘削整形作業を行う方法

施工に使用するICT建設機械を用い、現場内の適切な場所で、平場を平坦に整形する作業を行う。作業中に施工履歴データを記録する。作業後、トータルステーション（TS）で出来形を検測する。施工履歴データから求める出来形と、TSで検測した点の3次元座標とを比較し、標高の差を算出する。これが図4-3の精度確認基準を満足していることを確認する。

テスト作業で整形する範囲は5m×5m以上とし、TSでの検測はテスト範囲内で16点以上とする。

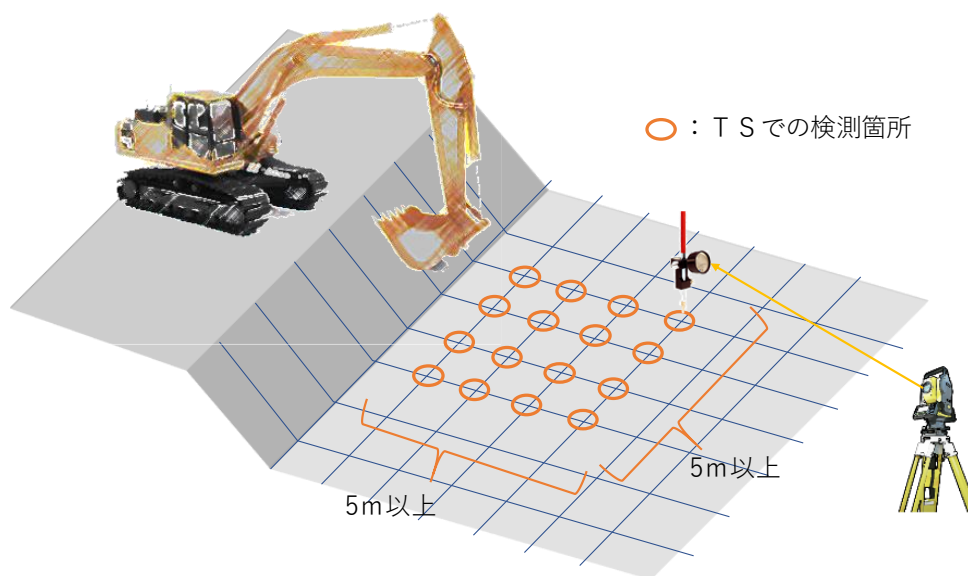


図4-3 実際に掘削整形作業を行う方法の検測例

②プリズムにて作業装置位置を計測する方法

施工に使用するICT建設機械を現場内に静置し、ICT建設機械が施工履歴データとして座標を記録する点に自動追尾式TSで追尾・計測可能な全周プリズムを設置する。ICT建設機械にて平場の整形作業を模した動作を行い、動作中の施工履歴データを記録するとともに、全周プリズムの3次元座標をTSにて追尾・計測する。動作中に記録した施工履歴データとTSで実測した3次元座標を比較し、標高の差の平均値を算出する。これが図4-4の精度確認基準を満足していることを確認する。

整形作業を模した動作を行う平面範囲は5m×5m以上とし、TSで計測する点数は16点以上とする。

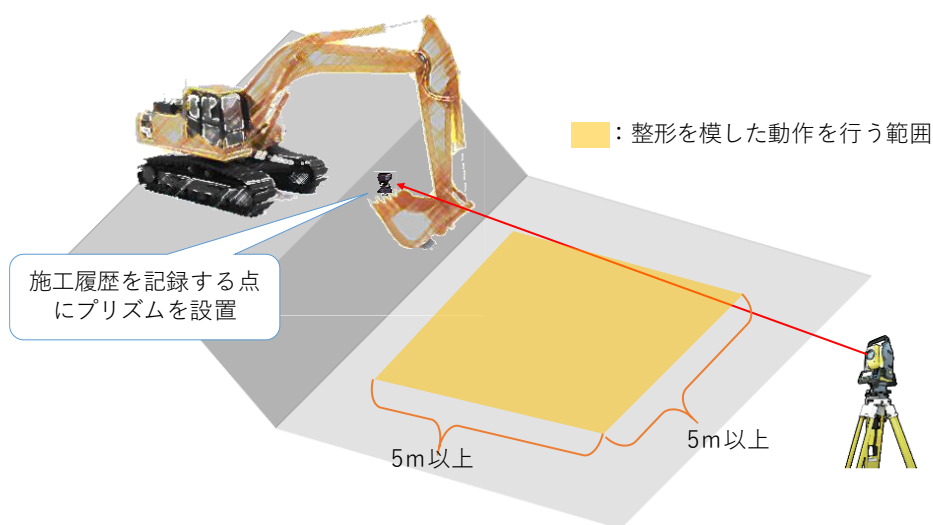


図4-4 プリズムにて作業装置位置を計測する方法の検測例

2) 施工期間中の日々の精度確認

バケット位置精度の評価方法は、マシンガイダンス技術から提供されるバケット刃先座標と、既知点、又はTSにより計測した座標との較差を算出し、水平・標高較差が精度確認基準に示す基準値以内であれば、所要の性能を確保していると判断する。

なお、本精度確認試験は、施工範囲内とは別に設けた陸上の任意の箇所で実施すればよく、1姿勢の確認のみでよい。バケット位置精度の標準的な確認方法を図4-5に示す。試験結果は提出する必要はないが、監督職員の求めに応じて提出できるように保管すること。

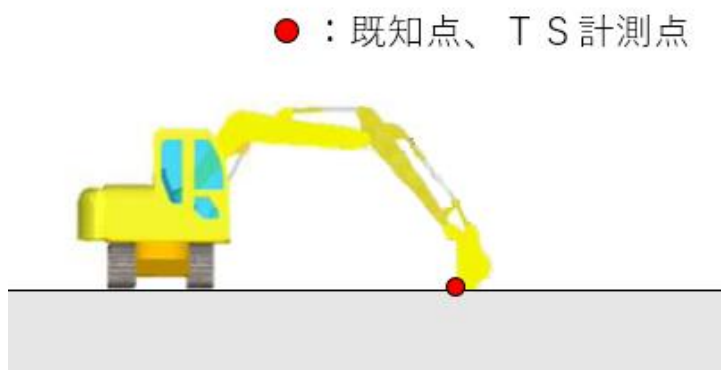


図4-5 バケット位置精度の標準的な確認方法

3. 評価基準

計測結果を従来手法による計測結果と比較し、その差が適正であることを確認する。

表4-2 精度確認試験での精度確認基準

試験モード	比較方法	精度確認基準	備 考
テスト作業による精度確認	T S 計測値と標高較差	標高較差：±100mm 以内	現場ごとに1回実施
静止状態での精度確認	既知点、又はT S 計測値との水平・標高較差	水平・標高較差：各±50mm 以内	施工日ごとに1回実施

4. 実施結果の記録

「2. 1) テスト作業による精度確認」の実施結果を記録・提出する。

本管理要領（案）に、作業装置位置の取得精度に関する記録シートを示す。

(様式)

精度確認試験結果報告書

〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名 : _____
 受 注 者 名 : _____
 作 成 者 : _____ 印

(1) 試験概要

測定日	〇〇年〇〇月〇〇日
測定条件	天候：晴れ 気温：8℃
測定場所	〇〇工事 現場内
精度確認の対象機器	メーカー : (株)ABC社 測定装置名称：SR420 測定装置の製造番号：SN00022
検証機器（真値を計測する測定機器）	TS 機種名：〇〇〇 (級別：〇級)
精度確認方法	・実際に掘削整形作業を行う方法

(2) 精度確認試験結果

差の確認（鉛直方向の測定精度）									
施工履歴データの取得による計測標高 — TS等光波方式による計測標高									
	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <th></th><th>Δz（各検測点における差の最大値）</th></tr> <tr> <td>較差</td><td style="text-align: center;">24mm</td></tr> <tr> <td>基準</td><td style="text-align: center;">±100 mm以内</td></tr> <tr> <td>合否</td><td style="text-align: center;">合格</td></tr> </table>		Δz （各検測点における差の最大値）	較差	24mm	基準	±100 mm以内	合否	合格
	Δz （各検測点における差の最大値）								
較差	24mm								
基準	±100 mm以内								
合否	合格								

第5編 付帯構造物工編

参考資料-1 国土地理院で規定がないT S等光波方式の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

国土地理院で規定がないT S等光波方式の事前精度確認試験実施手順書（案）

1. 実施時期

国土地理院で規定がないT S等光波方式の精度確認は、現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用までにその精度確認試験を行うことが望ましい。

受注者は、本精度確認により、国土地理院で規定がないT S等光波方式にて所要の計測値が得られる場合に限り、これを確認した計測条件、計測距離の範囲内で、国土地理院で規定がないT S等光波方式を出来形計測に適用することができる。

2. 実施方法

①計測点の設定

計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に2点以上の計測点を設定する。

②T Sによる計測

計測点にプリズムを設置する。プリズムを付けるピンポールには、先端が平らなものをを用い、ピンポール先端が路面の窪みに刺さらないようにする。ピンポールの下に平滑で小さいプレートを設置してもよい。この場合プレートの厚さを高さ計測値から差し引く。

プリズムをT Sで視準し3次元座標を計測する。

③国土地理院で規定がないT S等光波方式による計測

プリズム方式による計測完了後、望遠鏡のないタイプのものはプリズムを自動追尾する機能により3次元座標を計測する。

3. 評価基準

T Sと国土地理院で規定がないT S等光波方式で計測した計測結果を比較し、その差が適正であることを確認する。

表5-1 精度確認試験での精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
T Sと国土地理院で規定がないT S等光波方式の計測座標値の較差	平面座標 ±20mm 以内 標高差 ±10mm 以内	現場内2箇所以上

4. 実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

(様式)

精度確認試験結果報告書

〇〇年〇〇月〇〇日
工 事 名 :
受 注 者 名 :
作 成 者 : 印

(1) 試験概要

測定日	〇〇年〇〇月〇〇日
測定条件	天候：晴れ 気温：8℃
測定場所	〇〇〇〇工事 現場内
精度確認の対象機器	メーカー：(株)ABC社 測定装置名称：ABC-123 測定装置の製造番号：ABC0123
検証機器（真値を計測する測定機器）	TS 機種名：〇〇〇（級別：〇級）
精度確認方法	・TSと国土地理院で規定がないTS等光波方式の、検証点の各座標の較差
検証機器と検証点との距離	〇〇m

(2) 精度確認試験結果

検証点名：〇〇〇〇				
		x 座標	y 座標	z 座標
①真値の計測結果 (x, y, z)	1 点目	44044.720	-11987.655	17.890
	2 点目	44060.797	-11993.390	17.530
②国土地理院で規定がないTS等光波方式による計測結果 (x', y', z')	1 点目	44044.722	-11987.656	17.893
	2 点目	44060.802	-11993.394	17.533
③差の確認（測定精度） (x', y', z') - (x, y, z)	1 点目	0.002	0.001	0.003
	2 点目	0.005	0.004	0.003
x 成分（最大）=0.005m（5mm）；合格（基準値±20mm 以内）				
y 成分（最大）=0.004m（4mm）；合格（基準値±20mm 以内）				
z 成分（最大）=0.003m（3mm）；合格（基準値±10mm 以内）				

参考資料-2 付帯構造物設置工における出来形算出ガイド

付帯構造物設置工における出来形算出ガイド

付帯構造物設置工にて3次元計測技術による出来形管理を行う場合は、管理対象箇所すべての箇所で3次元座標値を取得し、出来形計測結果を算出する。同時に、出来形計測結果の算出に使用した3次元座標値を残し、計測箇所を確認できるようにする。

1. 付帯構造物設置工における多点計測技術を用いた場合の法長、延長の算出方法

計測すべき測線上の法長もしくは延長を構成する端部の2箇所の3次元座標間の斜距離を用いる。2箇所以上の計測箇所を指定し、分割もしくは計測箇所2箇所の道のり距離（点群を含んだ斜距離）で計測する際には1辺の長さを枠中心間隔以上にし、3次元座標を結んだ斜距離の累積長さを延長とする。

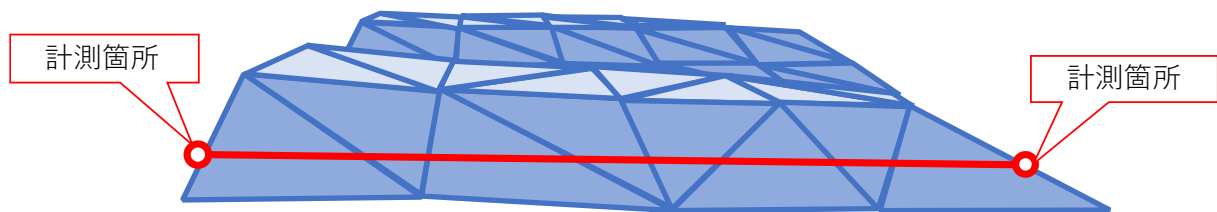


図5-1 法長、延長の算出方法

2. 付帯構造物設置工における計測時の要求精度について

各管理項目における精度検証は事前精度確認ではなく、計測時に設置した検証に使用する点の2点間距離を計測するものとし、要求精度については表5-2を、精度確認方法については表5-3を参照すること。

表5-2 付帯構造物設置工における計測時の要求精度

編	章	節	条 (工 種)	測定項目	規格値	要求精度
第3編 土木工事 共通編	第2章 一般施工	第4節 基礎工	第3条-1 基礎工(護岸) (現場打)	基準高	±30mm	±10 mm
				幅	-30mm	±10 mm
				高さ	-30mm	±10 mm
				延長	-200mm	±60 mm
			第3条-2 基礎工(護岸) (プレキャスト)	基準高	±30mm	±10 mm
				延長	-200mm	±60 mm
		第5節 石・ブロッ ク積(張)工	第3条-1 コンクリートブロック工 (コンクリートブロック積 (張))	基準高	±50mm	±15 mm
				法長($\ell < 3\text{m}$)	-50mm	±15 mm
				法長($\ell \geq 3\text{m}$)	-100mm	±30 mm
				延長	-200mm	±60 mm
			第3条-2 コンクリートブロック工 (連節ブロック張)	基準高	±50mm	±15 mm
				法長	-100mm	±30 mm
				延長	-200mm	±60 mm

			第3条-3 コンクリートブロック工 (天端保護ブロック)	基準高	±50mm	±15 mm
				法長	-100mm	±30 mm
				延長	-200mm	±60 mm
			第4条 緑化ブロック工	基準高	±50mm	±15 mm
				法長 ($\ell < 3\text{m}$)	-50mm	±15 mm
				法長 ($\ell \geq 3\text{m}$)	-100mm	±30 mm
				延長	-200mm	±60 mm
			第5条 石積(張)工	基準高	±50mm	±15 mm
				法長 ($\ell < 3\text{m}$)	-50mm	±15 mm
				法長 ($\ell \geq 3\text{m}$)	-100mm	±30 mm
				延長	-200mm	±60 mm
第6編 河川編	第1章 築堤護岸工	第7節 法覆護岸工	第4条 護岸附属物工	幅	-30mm	±10 mm
				高さ	-30mm	±10 mm
第7編 河川海岸編	第1章 堤防・護岸	第6節 護岸工	第4条 海岸コンクリートブロック工	基準高	±50mm	±15 mm
				法長 ($\ell < 5\text{m}$)	-100mm	±30 mm
				法長 ($\ell \geq 5\text{m}$)	$\ell \times (-2\%)$	±30 mm
				延長	-200mm	±60 mm
			第5条 コンクリート被覆工	基準高	±50mm	±15 mm
				法長 ($\ell < 3\text{m}$)	-50mm	±15 mm
				法長 ($\ell \geq 3\text{m}$)	-100mm	±30 mm
				延長	-200mm	±60 mm

表5-3 付帯構造物設置工における計測時の精度確認方法

計測技術		事前確認試験	検証点
単点計測	T S 等光波方式	不要 (等級による確認) ※1	不要
	T S (ノンプリズム方式)	必要	不要
多点計測技術	空中写真測量 (U A V)	不要	必要
	地上型レーザースキャナー	不要	必要※2
	地上移動体搭載型レーザースキャナー	必要	必要
	無人航空機搭載型レーザースキャナー	必要	必要

※1：検定機関が発行する有効な検定証明書あるいは測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書で確認する

※2：「T L Sの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」の【従前の方法】による。

第6編 表層安定処理等・固結工（中層混合処理）編

参考資料-1 施工履歴データの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

施工履歴データの事前精度確認試験実施手順書

1. 実施時期

作業装置位置の測定精度確認のため、ICT地盤改良機械による攪拌装置の位置計測精度を確認する精度確認試験を実施する。この試験は施工着手前に、工事毎に1回実施する。

2. 実施方法

地盤改良の着工前に、攪拌装置の位置計測についてのキャリブレーションが完了したICT地盤改良機械を用い、攪拌装置履歴データの測定精度を確認する。確認は下記の（１）、（２）のいずれかの方法によって行う。精度確認結果は、様式に従って記録する。

（１）x, y座標の精度をTS等光波方式で確認し、施工基面からの深度（H）をレベルや水糸等で確認する方法

① x, y座標の確認

- ・施工に使用するICT地盤改良機械を現場内の平坦な場所に静置する。
- ・ICT地盤改良機械の攪拌装置を現場内の任意の場所に設置する。ICTで計測される攪拌装置のx, yの座標を記録する。
- ・攪拌装置を設置したポイントに目串等のポイントを設置し、攪拌装置を移動させた後、TS等光波方式でx, yを計測する。
- ・目串等の位置と攪拌装置のx, yの各成分の差が±100mm以内であることを確認する。

② 施工基面からの深度（H）または標高（z）をレベルや水糸等で確認

以下のi)、ii)のいずれかの方法で確認する。

i) ICTで攪拌装置の標高（z）を計測している場合

- ・攪拌装置軌跡データと計測している点のz座標をTS等光波方式又はレベル又は標尺と水準器等を用いて計測する。
- ・計測と同時にICT地盤改良機械の車載モニターに表示される攪拌装置のz座標を記録する。
- ・両者の攪拌装置の標高（z）を比較し、差が±100mm以内であることを確認する。

ii) 攪拌装置を0セットした高さからの深度（H）を計測している場合

- ・攪拌装置を任意の高さに静置する。その際、攪拌装置は鉛直に立てる。
- ・攪拌装置の高さ計測値を車載モニター上で0セットすると同時に、攪拌装置の高さをTS等光波方式又はレベル、又は標尺と水準器で計測する（計測に用いるベンチマークのz座標は公共座標系である必要はなく、本精度確認のために仮に設置した高さの基準を用いてよい）。また、攪拌装置のどこを計測箇所として選ぶかについても任意であり、部材のジョイント部等、高さをあたるのに分かりやすい箇所を選んでよい。
- ・攪拌翼を高さ方向に1m以上動かす。

- ・車載モニターの表示から攪拌装置の高さ方向の移動量を記録する。
- ・攪拌翼の高さ方向の移動量をTS等光波方式又はレベル、又は標尺と水準器等を用いて計測する。
- ・両者を比較し、差が±100mm以内であることを確認する。

(2) x, y, z座標の精度をTS等光波方式で確認する方法

- ・施工に使用するICT地盤改良機械を現場内の平坦な場所に設置する。
- ・ICTで攪拌装置軌跡データを計測している点（例：攪拌翼の幅・奥行き方向の midpoint で、かつ攪拌翼が最も深く攪拌する点）を、マーキングする。又は、攪拌装置軌跡データを計測している点を復元できるように逃げ点をマーキングする。
- ・マーキングした点又はマーキングを元に復元した攪拌装置軌跡データを計測している点のx, y, z座標をTS等光波方式で計測するとともに、ICT地盤改良装置の車載モニターに表示される攪拌装置の3次元座標（x, y, z）を記録する。
- ・TS等光波方式で計測したx, y, z座標と車載モニターに表示されたx, y, z座標とを比較し、x, y, z各成分の差が±100mm以内であることを確認する。

3. 評価基準

計測結果を従来手法による計測結果と比較し、その差が適正であることを確認する。

表6-1 精度確認試験での精度確認基準

試験モード	精度確認基準	備考
(1) x, yの精度をTS等光波方式で確認し、施工基面からの深度(H)又はzをレベルや水糸等で確認する方法	平面座標（x, y）の各成分の較差：±100mm 以内 0セットした位置からの高さ方向の移動量(H)又は標高（z）の較差：±100mm 以内	現場ごとに1回実施
(2) x, y, z座標の精度を確認する方法	3次元座標（x, y, z）の各成分の較差：±100mm 以内	〃

※ (1) 又は (2) のいずれかの方法で確認する

4. 実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

本管理要領（案）に、攪拌装置位置の取得精度に関する記録シートを示す。

（様式）

精度確認試験結果報告書

〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名 : _____
 受 注 者 名 : _____
 作 成 者 : _____ 印

（１）試験概要

測定日	〇〇年〇〇月〇〇日
測定条件	天候：晴れ 気温：8℃
測定場所	(株)〇〇〇〇構内道路改修工事にて
精度確認の対象機器	メーカー : (株)A B C 社 測定装置名称：ABC-123 測定装置の製造番号：ABC0123
検証機器（真値を計測する測定機器）	T S 機種名：〇〇〇 （級別：〇級）
精度確認方法	・ 施工履歴データと実測値との較差

（２）精度確認試験結果

施工履歴データによる計測座標等 — T S 等光波方式による計測座標

実施箇所	Δx (x 成分の較差)	Δy (y 成分の較差)	ΔH (0 セットした位置 からの高さ方向の移動量 H の較差) または Δz (z 成分の較差)
No. 〇〇位置	23mm	43mm	15mm
基準	±100 mm 以内		
合否	合格		

第7編 固結工（スラリー攪拌工）・バーチカルドレーン工・サンドコンパクションパイル工編

参考資料-1 施工履歴データの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書（固結工の場合）

施工履歴データの事前精度確認試験実施手順書

1. 実施時期

作業装置位置の測定精度確認のため、ICT地盤改良機械による攪拌装置の位置計測精度を確認する精度確認試験を実施する。また、攪拌翼の径が設計の杭径以上であることを実測により確認する。この試験は施工着手前に、工事ごとに1回実施する。

2. 実施方法

2.1 位置測定精度の確認

地盤改良の着工前に、攪拌装置の位置計測についてのキャリブレーションが完了したICT地盤改良機械を用い、攪拌装置位置データの測定精度を試験杭（施工初回の杭）のみ確認する。なお、スラリー攪拌工の施工期間が6か月を超える場合は、確認頻度を別途協議する。確認は以下の(1)、(2)のいずれかの方法によって行う。精度確認結果は、様式に従って記録する。

(1) x, y 座標の精度をTS等光波方式で確認し、深度計等で計測される施工基面からの深さHの精度をレベル等で確認する方法

① x, y 座標の確認

- ・施工に使用するICT地盤改良機械を現場内の平坦な場所に静置する。
- ・設計の杭芯位置にTS等で目串等のポイントを設置する。
- ・ガイダンス機能を用いて攪拌装置先端の中心を設計の杭芯位置に合わせる。
- ・目串等の位置と攪拌装置の中心軸とのx, yの各成分の差が±100mm以内であることを確認する。

② 施工基面からの深さ（H）または標高（z）をレベル等で確認

i) ICTで攪拌装置の標高（z）を計測している場合

- ・攪拌装置軌跡データと計測している点のz座標をTS等光波方式又はレベル又は標尺と水準器等を用いて計測する。
- ・計測と同時にICT地盤改良機械の車載モニターに表示される攪拌装置のz座標を記録する。
- ・両者の攪拌装置の標高（z）を比較し、差が±100mm以内であることを確認する。

ii) 攪拌装置を0セットした高さからの深度（H）を計測している場合

- ・攪拌装置を任意の高さに静置する。その際、攪拌装置は鉛直に立てる。
- ・攪拌装置の高さ計測値を車載モニター上で0セットすると同時に、攪拌装置の高さをTS等光波方式又はレベル、又は標尺と水準器で計測する（計測に用いるベンチマークのz座標は公共座標系である必要はなく、本精度確認のために仮に設置した高さの基準を用いて

よい)。また、攪拌装置のどこを計測箇所として選ぶかについても任意であり、部材のジョイント部等、高さをあたるのに分かりやすい箇所を選んでよい)。

- ・攪拌翼を高さ方向に1 m以上動かす。この時、攪拌翼をとりつけた状態では1 m以上の動作が困難である場合は、攪拌翼を取り外した状態で行ってもよい。
- ・車載モニターの表示から攪拌装置の高さ方向の移動量を記録する。
- ・攪拌翼の高さ方向の移動量をTS等光波方式又はレベル、又は標尺と水準器等を用いて計測する。
- ・両者を比較し、差が±50mm 以内であることを確認する。

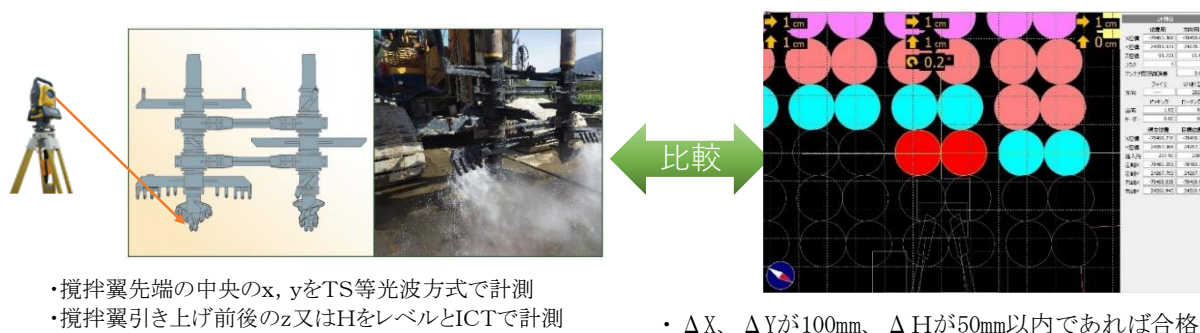


図7-1 位置測定精度の確認

(2) x, y, z 座標の精度をTS等光波方式で確認する方法

- ・施工に使用するICT地盤改良機械を現場内の平坦な場所に設置する。
- ・ICT地盤改良機械の攪拌装置が届く範囲内の地面に目串等のポイントを設置する。
- ・攪拌装置先端の掘削中心点を、マーキングする。又は、攪拌装置軌跡データを計測している点を復元できるように逃げ点をマーキングする。
- ・マーキングした点又はマーキングを元に復元した攪拌装置軌跡データを計測している点のx, y, z座標をTS等光波方式で計測するとともに、ICT地盤改良装置の車載モニターに表示される攪拌装置の3次元座標(x, y, z)を記録する。
- ・TS等光波方式で計測したx, y, z座標と車載モニターに表示されたx, y, z座標とを比較し、x, y各成分の差が±100mm 以内であることと、z成分の差が±50mm 以内であることを確認する。

2.2 攪拌翼の径の確認

攪拌翼の径 ϕ を実測し、設計杭径D以上であることを確認する。確認結果は様式に従って記録する。

3. 評価基準

計測結果を従来手法による計測結果と比較し、その差が適正であることを確認する。

表 7-1 位置測定精度の確認についての確認基準

試験モード	確認基準	備 考
(1) x, y 座標の精度を TS 等光波方式で確認し、施工基面からの深さ (H) 又は標高 (z) をレベル等で確認する方法	・平面座標 (x, y) の各成分の較差: $\pm 100\text{mm}$ 以内 ・0 セットした位置からの高さ方向の移動量 (H) 又は z 成分の較差: $\pm 50\text{mm}$ 以内	工事ごとに 1 回実施
(2) x, y, z 座標の精度を確認する方法	・平面座標 (x, y) の各成分の較差: $\pm 100\text{mm}$ 以内 ・z 成分の較差: $\pm 50\text{mm}$ 以内	〃

※ (1) 又は (2) のいずれかの方法で確認する

表 7-2 攪拌翼の径の確認についての確認基準

確認基準	備 考
攪拌翼の径 ϕ が設計の杭径 D 以上 ($D \leq \phi$)	工事ごとに 1 回実施

4. 実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

本管理要領（案）に、攪拌装置位置の測定精度に関する記録シートを示す。

（様式）

精度確認試験結果報告書

〇〇年〇〇月〇〇日
工 事 名 : _____
受 注 者 名 : _____
作 成 者 : _____ 印

（1）試験概要

測定日	〇〇年〇〇月〇〇日
測定条件	天候：晴れ 気温：8℃
測定場所	(株)〇〇〇〇構内道路改修工事にて
精度確認の対象機器	メーカー：(株)A B C 社 測定装置名称：ABC-123 測定装置の製造番号：ABC0123
検証機器（真値を計測する測定機器）	T S 機種名：〇〇〇 （級別：〇級）
精度確認方法	施工履歴データと実測値の較差を確認

（2）精度確認試験結果

■位置計測精度

施工履歴データによる計測座標等 — T S 等光波方式による計測座標

実施箇所	Δx (x 成分の較差)	Δy (y 成分の較差)	ΔH (0 セットした位置 からの高さ方向の移動量 H の較差) 又は Δz (z 成分の較差)
No. 〇〇	23mm	43mm	15mm
基準	$\pm 100\text{mm}$ 以内		$\pm 50\text{mm}$ 以内
合否	合 格		

■攪拌翼の径の確認

攪拌翼の径 ϕ	1610mm
設計杭径 D	1600mm
基準	$D \leq \phi$
合 否	合格

参考資料-2 地中貫入を行っての深さ計測値のキャリブレーション結果報告書（固結工の場合）

（様式）

地中貫入を行っての深さ計測値のキャリブレーション結果報告書

〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名 : _____
受 注 者 名 : _____
作 成 者 : _____ 印

（１）試験概要

測定日	〇〇年〇〇月〇〇日
測定条件	天候：晴れ 気温：8℃
検証機器（真値を計測する測定機器）	T S 機種名：〇〇〇 （級別：〇級）

（２）精度確認試験結果

① I C T 地盤改良機による深さ計測値の確認	
(A) 深さ (貫入長)	14.35m
② 残尺計測による深さの確認	
ロッド長	17.00m
残 尺	2.65m
(B) 深さ (ロッド長-残尺)	14.35m
③ 差の確認	
(A) I C T による深さ計測値 - (B) 残尺計測による深さ	
実施箇所	測点 No. 2+15 付近
改良体番号	A-1
(A) - (B)	14.35m - 14.35m = 0m
基 準	±100mm 以内
合 否	合 格

参考資料-3 施工履歴データの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書（バーチカルドレーン工の場合）

施工履歴データの事前精度確認試験実施手順書

1. 実施時期

ドレーン等の先端位置測定精度確認のため、ICT地盤改良機械による精度確認試験を実施する。
この試験は施工着手前またはドレーン等の試験打設時に、工事ごとに1回実施する。

2. 実施方法

施工着工前に、ドレーン等の先端位置計測についてのキャリブレーションが完了したICT地盤改良機械を用い、ドレーン等の先端位置データの測定精度を試験打設（当該現場で初回に施工するドレーン等）により確認する。なお、施工期間が6か月を超える場合は、確認頻度を別途協議する。
確認は以下の方法を参考にして行う。精度確認結果は、様式に従って記録する。

①位置計測精度の確認

- ・ 施工に使用するICT地盤改良機械を現場内の平坦な場所に静置する。
- ・ ガイダンス機能を用いて打設ロッド先端の中心を設計の杭芯位置に合わせる。
- ・ ドレーン等の先端の平面位置を下げ振り等をガイドに地面にマーキングする。
- ・ ICT地盤改良機を移動させた後、マーキング位置をTSで計測し、設計の打設位置とのx, yの各成分の差が±50mm以内であることを確認する。

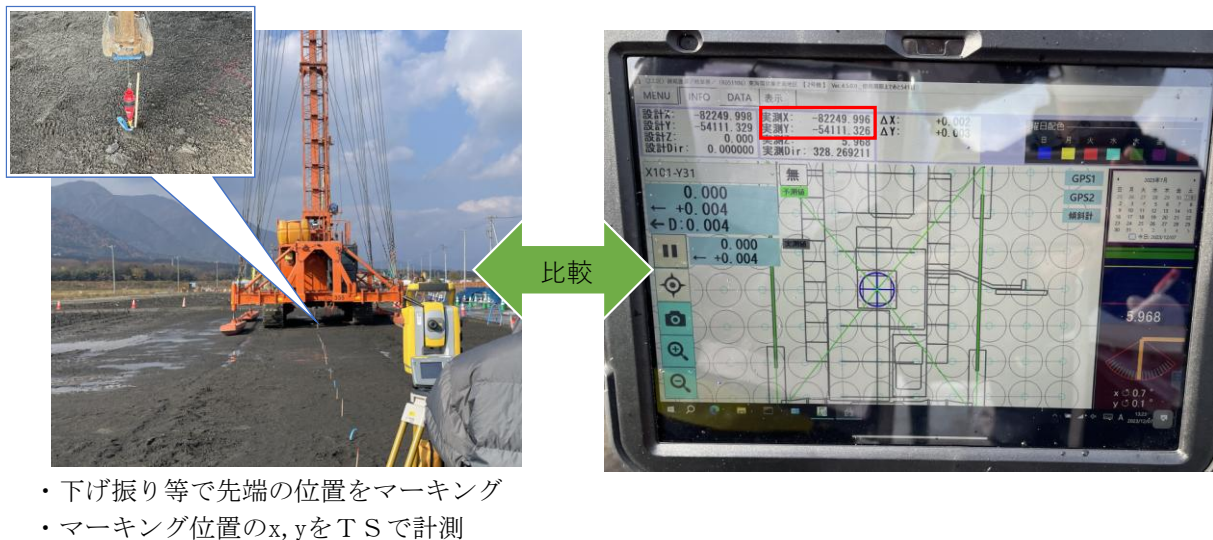


図7-2 位置計測精度の確認

②深さ（H）または標高（z）測定精度の確認

i) ICTでドレーン等の先端の標高（z）を計測している場合

- ・施工に使用するICT地盤改良機械を現場内の平坦な場所に静置する。
- ・ドレーン等の先端のz座標をTS等光波方式またはレベルで計測する※。
- ・計測と同時にICT地盤改良機械の車載モニターに表示されるドレーン等の先端のz座標を記録する。
- ・両者の標高（z）を比較し、差が±50mm以内であることを確認する。

ii) ドレーン等の先端を0セットした高さからの深度（H）を計測している場合

- ・施工に使用するICT地盤改良機械を現場内の平坦な場所に静置する。
- ・ドレーン等の先端を任意の高さにセットする。その際、打設ロッドは鉛直に立てる。
- ・ドレーン等の先端の高さ計測値を車載モニター上で0セットすると同時に、ドレーン等の先端の高さをTS等光波方式またはレベルで計測する※。
- ・ドレーン等の先端を高さ方向に1m以上動かす。
- ・車載モニターの表示からドレーン等の先端の高さ方向の移動量を記録する。
- ・ドレーン等の先端の高さ方向の移動量をTS等光波方式又はレベル等を用いて計測する。
- ・両者を比較し、差が±50mm以内であることを確認する。

※どこを計測箇所として選ぶかについては任意であり、ドレーン等の先端以外にも、打設ロッドのジョイント部等、高さをあたるのに分かりやすい箇所を選んでよい。打設ロッド等に直接マーキングを行い計測箇所としてもよい。

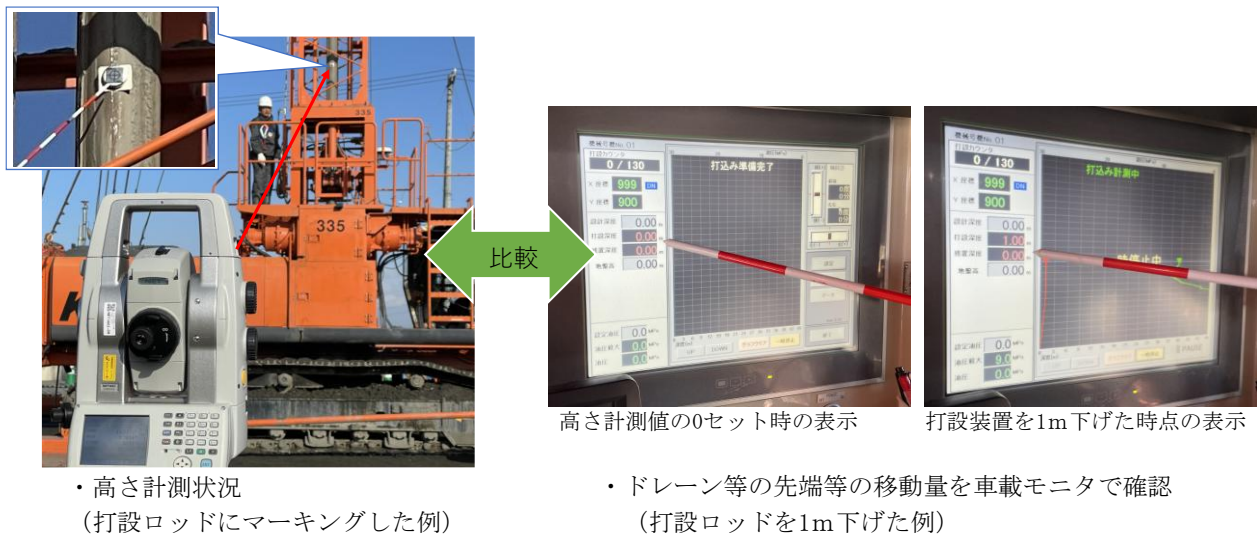


図7-3 深さ（H）または標高（z）測定精度の確認

3. 評価基準

計測結果を従来手法による計測結果と比較し、その差が適正であることを確認する。

表 7-3 位置測定精度の確認についての確認基準

確認内容	確認基準	備 考
①位置計測精度の確認	・平面座標（ x , y ）の各成分の較差： ±50mm 以内	工事ごとに1回実施
②深さ（ H ）または 標高（ z ）測定精度の確認	以下のいずれか ・0セットした位置からの高さ方向 の移動量（ H ）又は z 成分の較差： ±50mm 以内 ・ z 成分の較差：±50mm 以内	〃

4. 実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

本管理要領（案）に、打設ロッド位置の測定精度に関する記録シートを示す。

（様式）

精度確認試験結果報告書

〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名 : _____
 受 注 者 名 : _____
 作 成 者 : _____ 印

（１）試験概要

測定日	〇〇年〇〇月〇〇日
測定条件	天候：晴れ 気温：8℃
検証機器（真値を計測する測定機器）	T S 機種名：〇〇〇 （級別：〇級）
精度確認方法	施工履歴データと実測値の較差を確認

（２）精度確認試験結果

施工履歴データによる記録座標 — T S 等光波方式による計測座標

実施箇所	Δx (x 成分の較差)	Δy (y 成分の較差)	ΔH (0セットした位置 からの高さ方向の移動量 Hの較差) 又は Δz (z 成分の較差)
No. 〇〇	23mm	13mm	15mm
基準	±50mm 以内		±50mm 以内
合否	合 格		

参考資料-4 施工履歴データの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書（サンドコンパクションパイル工の場合）

施工履歴データの事前精度確認試験実施手順書

1. 実施時期

ケーシングの先端位置および砂杭径の測定精度確認のため、ICT地盤改良機械による精度確認試験を実施する。精度確認試験は「ケーシング先端の位置計測精度確認試験」、「砂杭径の計測精度確認試験」を実施する。各試験の実施時期は両試験とも、サンドコンパクションパイルの試験打設時に1回実施する。

これらの試験以外に、施工中の材料管理として、杭100本につき1回の割合で、使用材料の細粒分含有率が15%未満であることを確認する。細粒分含有率が15%以上となった場合は、細粒分含有率※が15%未満の材料に見直したうえで、「砂杭径の計測精度確認試験」を再度実施する。

※細粒分含有率は、材料産地の変更等により使用材料が変わるたびに確認する必要がある。

2. 実施方法

2.1 ケーシング先端の位置計測精度確認試験

施工着工前に、ケーシングの先端位置計測についてのキャリブレーションが完了したICT地盤改良機械を用い、ケーシングの先端位置データの測定精度を試験打設（当該現場で初回に施工する砂杭の打設）により確認する。

なお、施工期間が6か月を超える場合は、確認頻度を別途協議する。確認は以下の方法を参考に行う。精度確認結果は、様式に従って記録する。

①位置計測精度の確認

- ・施工に使用するICT地盤改良機械を現場内の平坦な場所に静置する。
- ・ガイダンス機能を用いてケーシング先端の中心を設計の杭芯位置に合わせる。
- ・ケーシング中心位置を、下げ振り等をガイドに地面にマーキングする。
- ・ICT地盤改良機を移動させた後、マーキング位置をTSで計測し、設計の打設位置とのx, yの各成分の差が±50mm以内であることを確認する。



図7-4 位置計測精度の確認

②深さ（H）または標高（z）測定精度の確認

i) ICTでケーシング先端の標高（z）を計測している場合

- ・施工に使用するICT地盤改良機械を現場内の平坦な場所に静置する。
- ・ケーシングの先端のz座標をTS等光波方式またはレベルで計測する※。
- ・計測と同時にICT地盤改良機械の車載モニターに表示されるケーシングの先端のz座標を記録する。
- ・両者の標高（z）を比較し、差が±50mm以内であることを確認する。

ii) ケーシングの先端を0セットした高さからの深度（H）を計測している場合

- ・施工に使用するICT地盤改良機械を現場内の平坦な場所に静置する。
- ・ケーシングの先端を任意の高さにセットする。その際、ケーシングは鉛直に立てる。
- ・ケーシングの先端の高さ計測値を車載モニター上で0セットすると同時に、ケーシングの先端の高さをTS等光波方式またはレベルで計測する※。
- ・ケーシングの先端を高さ方向に1m以上動かす。
- ・車載モニターの表示からケーシングの先端の高さ方向の移動量を記録する。
- ・ケーシングの先端の高さ方向の移動量をTS等光波方式又はレベル等を用いて計測する。
- ・両者を比較し、差が±50mm以内であることを確認する。

※どこを計測箇所として選ぶかについては任意であり、ケーシングの先端以外にも、ケーシング側面の溶接箇所等、高さをあたるのに分かりやすい箇所を選んでよい。ケーシングに直接マーキングを行い計測箇所としてもよい。



図7-5 深さ（H）または標高（z）測定精度の確認

2.2 砂杭径の計測精度確認試験

I C T地盤改良機が施工中に記録する、一定の打設長あたりの砂投入量と、使用材料の体積変化率から計算される、地中の砂杭径の計算値の計測精度を、掘り起しにより確認した杭径との比較により確認する。

実施手順は以下のとおりである。

- ・ I C T地盤改良機械を用いて杭を打設する。
- ・ 施工中 I C Tで記録した一定の根入れ長あたりの砂投入量と、使用材料の体積圧縮率をもとに、砂杭径の計算値を算出する。
- ・ 杭頭を掘り起し、砂杭径を実測し、
 - a. 実測値が計算値を上回っている場合：

工事における掘り起こしによる砂杭径の出来形確認は省略する。
 - b. 実測値が計算値を下回っている場合：

従来の出来形管理基準を参考に、サンドコンパクションパイル 100 本に 1 本の頻度で砂杭径の確認を行う。

3. 評価基準

計測結果を従来手法による計測結果と比較し、その差が適正であることを確認する。

表 7-4 評価基準

確認内容	確認基準	備 考
位置計測精度の確認	・平面座標（x, y）の各成分の較差：±50mm 以内	工事ごとに 1 回実施
深さ（H）または 標高（z）測定精度の確認	以下のいずれか ・ O セットした位置からの高さ方向の移動量（H） 又は z 成分の較差：±50mm 以内 ・ z 成分の較差：±50mm 以内	〃
砂杭径の計測精度確認試験	・砂杭径実測値：設計杭径以上 ・掘起こしによる砂杭径実測値と I C T による砂杭 径計算値の比較：a. または b. a. 実測値≧計算値の場合：工事における掘り起こ しによる砂杭径の出来形確認は省略する。 b. 実測値<計算値の場合：従来の出来形管理基準 を参考に、サンドコンパクションパイル 100 本 に 1 本の頻度で砂杭径の確認を行う。	〃

4. 実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

本管理要領（案）に、ケーシング先端の位置測定精度に関する記録シートを示す。

（様式）

精度確認試験結果報告書

〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名：
受 注 者 名：
作 成 者： 印

（1）試験概要

測定日	〇〇年〇〇月〇〇日
測定条件	天候：晴れ 気温：8℃
検証機器（真値を計測する測定機器）	T S 機種名：〇〇〇 （級別：〇級）
精度確認方法	施工履歴データと実測値の較差を確認

（2）精度確認試験結果

■位置、深さ（H）または標高（z）計測精度

施工履歴データによる記録座標 — T S 等光波方式による計測座標

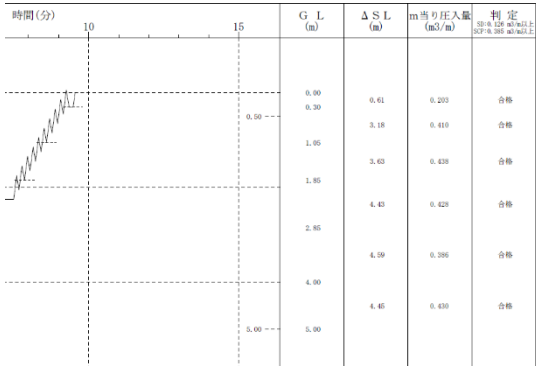
実施箇所	Δx (x成分の較差)	Δy (y成分の較差)	ΔH (0セットした位置からの高さ方向の移動量Hの較差) 又は Δz (z成分の較差)
No. 〇〇	-6mm	7mm	0mm
基準	±50mm 以内		±50mm 以内
合否	合 格		

■杭径計測精度

①施工履歴データ

m 当り圧入量：0.410m³/m（体積変化後の数量）

換算砂杭径 D： $D = \sqrt{(0.410\text{m}^3/\text{m} \div \pi) \times 2} = 0.723\text{m} \rightarrow 723\text{mm}$



②掘起しによる杭頭付近の杭径実測値 →735mm

③差の確認（②－①）

実施箇所	杭径（計算値）	杭径（実測値）
No. 〇〇	723mm	735mm
基準 1	設計砂杭径 700mm 以上	
合否	合 格	
基準 2	杭径（計算値） ≤ 杭径（実測値）	
判定	a. 実測値 ≥ 計算値 → 工事における掘り起こしによる砂杭径の出来形確認は省略する。	

第8編 法面工編

参考資料-1 法枠工における出来形算出ガイド

法枠工における出来形算出ガイド

法枠工にて3次元計測技術による出来形管理を行う場合は、管理対象箇所すべての箇所で3次元座標値を取得し、出来形計測結果を算出する。同時に出来形計測結果の算出に使用した3次元座標値を残し、計測箇所を確認できるようにする。

1. 法枠工における多点計測技術を用いた場合の高さの算出方法

計測箇所の法枠に直交する測線から±50mmの範囲内で高さの端部を構成する2箇所を計測し、法枠に対する鉛直距離を算出する。

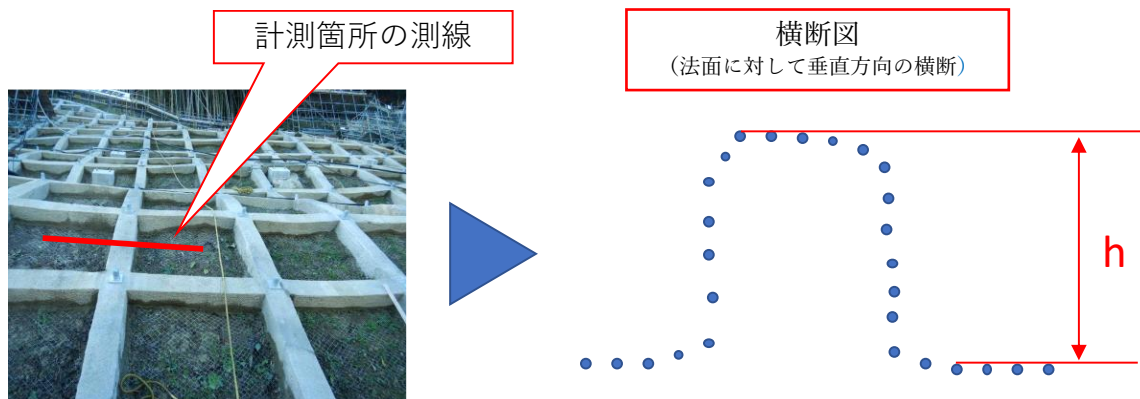


図8-1 高さの算出方法

2. 法枠工における多点計測技術を用いた場合の幅の算出方法

計測箇所の法枠に直交する測線から±50mmの範囲内で幅の端部を構成する2箇所を計測し、法枠に対する水平距離を算出する。

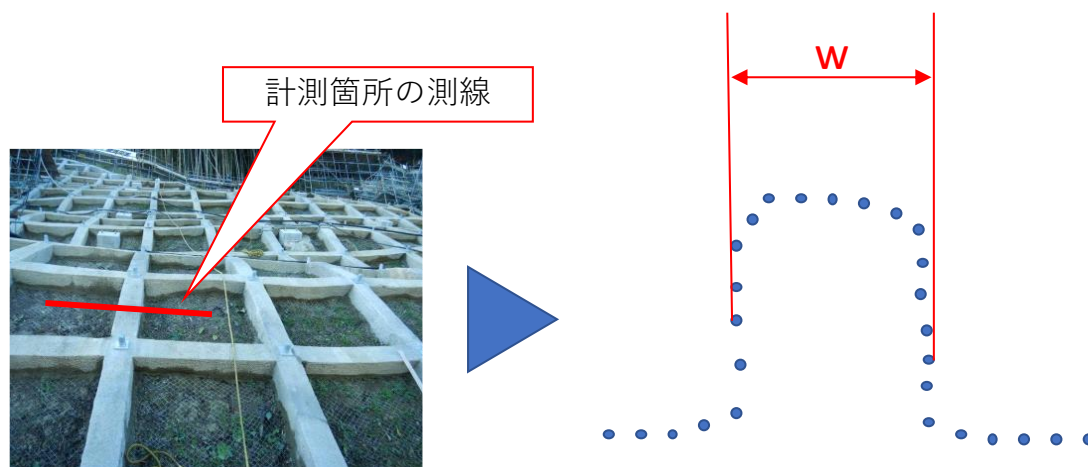


図8-2 幅の算出方法

3. 法枠工における多点計測技術を用いた場合の枠中心間隔の算出方法

計測箇所2箇所の端部を構成する2箇所を計測し、法枠に対する点間距離を算出する。

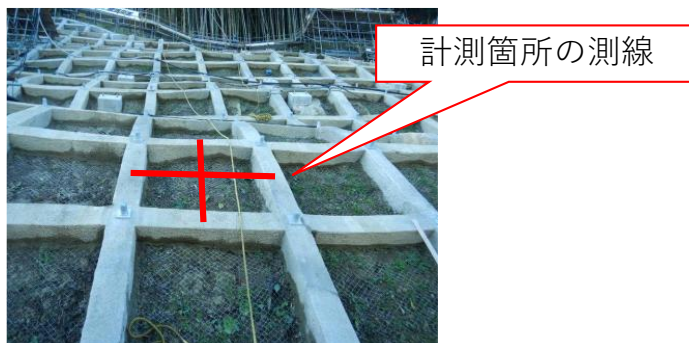


図8-3 枠中心間隔の算出方法

4. 法枠工における多点計測技術を用いた場合の法長、延長の算出方法

計測すべき測線上の法長もしくは延長を構成する端部の2箇所の3次元座標間の斜距離を用いる。2箇所以上の計測箇所を指定し分割もしくは、計測箇所2箇所の道のり距離（点群を含んだ斜距離）で計測する際には、1辺の長さを枠中心間隔以上にし、3次元座標を結んだ斜距離の累積長さを延長とする。

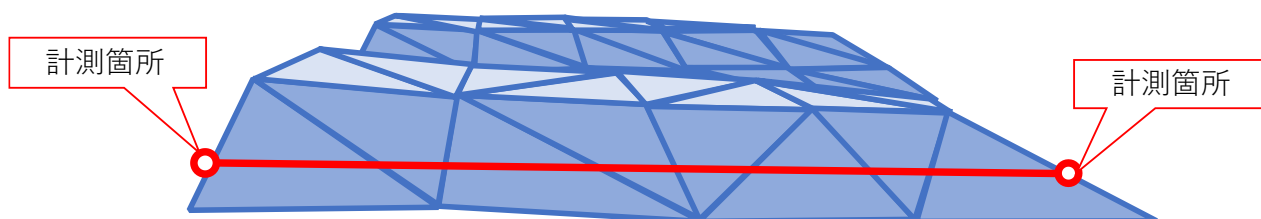


図8-4 法長、延長の算出方法

5. 法枠工における計測時の要求精度について

各管理項目における精度検証は、事前精度確認ではなく、計測時に設置した検証に使用する点の2点間距離を計測するものとし、要求精度は以下の表8-1を、精度確認方法については表8-2を参照のこと。

表8-1 法枠工における計測時の要求精度

測定項目		規格値	要求精度
法長 ℓ	$\ell < 10\text{m}$	-100mm	30mm 以下
	$\ell \geq 10\text{m}$	-200mm	
幅	w	-30mm	10mm 以下
高さ	h	-30mm	
枠中心間隔	a	$\pm 100\text{mm}$	30mm 以下
延長	L	-200mm	

表8-2 法枠工における計測時の精度確認方法

計測技術		事前確認試験	検証点
単点計測	T S 等光波方式	不要 (等級による確認) ※1	不要
	T S (ノンプリズム方式) ・ R T K - G N S S	必要	不要
多点計測技術	空中写真測量 (U A V)	不要	必要
	地上型レーザースキャナー	不要	必要※2
	地上移動体搭載型レーザースキャナー	必要	必要
	無人航空機搭載型レーザースキャナー	必要	必要
	地上写真測量 (法枠工の幅・高さ・枠 中心間隔の計測に使用可能)	不要	必要※3

※1：検定機関が発行する有効な検定証明書あるいは測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書で確認する

※2：「T L S の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」の【従前の方法】による。

※3：※2：「T L S の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」の【従前の方法】による。

※3：出力した点群の寸法の精度を確認するため、点群から読み取った既知の標尺の寸法と実際の標尺の寸法が、誤差±10mm 以内であることを確認する。

参考資料-2 ノンプリズムによる単点計測における出来形算出ガイド

ノンプリズムによる単点計測における出来形算出ガイド

法枠工、法面吹付け工にてノンプリ計測による出来形管理を行う場合は、「TSを用いた出来形管理要領」で利用する2級又は3級TSと同等の計測性能を満たすこととし、事前精度確認にて下記の要求精度を確認すること。

■要求精度

計測最大距離で、TSによるプリズム計測での計測値と、ノンプリズムによる計測値との差が平面方向（x，y）、鉛直方向（z）それぞれ以下の表の値となること。

表 8-3 要求精度

規格値	要求精度
200mm	±20mm
100mm	±10mm
50mm	±5mm

第9編 トンネル工編

参考資料-1 ノンプリズムによる単点計測における出来形算出ガイド

ノンプリズムによる単点計測における出来形算出ガイド

覆工コンクリート工にてノンプリ計測による出来形管理を行う場合は、「TSを用いた出来形管理要領」で利用する2級又は3級TSと同等の計測性能を満たすこととし、事前精度確認にて下記の要求精度を確認すること。

■要求精度

計測最大距離で、TSによるプリズム計測での計測値と、ノンプリズムによる計測値との差が平面方向（x，y）、鉛直方向（z）それぞれ以下の表の値となること。

表 9-1 要求精度

規格値	要求精度
50mm	±5mm

第10編 基礎工(矢板工・既製杭工・場所打杭工・鋼管矢板基礎工)編

参考資料-1 基礎工(場所打杭)における出来形算出ガイド

基礎工(場所打杭)における出来形算出ガイド

基礎工のうち場所打杭については、3次元多点計測技術による出来形管理を行う場合は管理対象箇所ですべて3次元座標値を取得し、出来形計測結果を算出する。同時に出来形計測結果の算出に使用した3次元座標値を残し、計測箇所を確認できるようにする。

1. 出来形算出方法

出来形の算出は、下記の算出方法①、算出方法②のいずれかによる。

【算出方法①】

a) 基準高

杭天端の中央付近(設計上の杭芯位置ではなく実際に施工された杭の天端の中央付近)の任意の点4点以上を選点し、その標高の平均値を基準高として算出する。

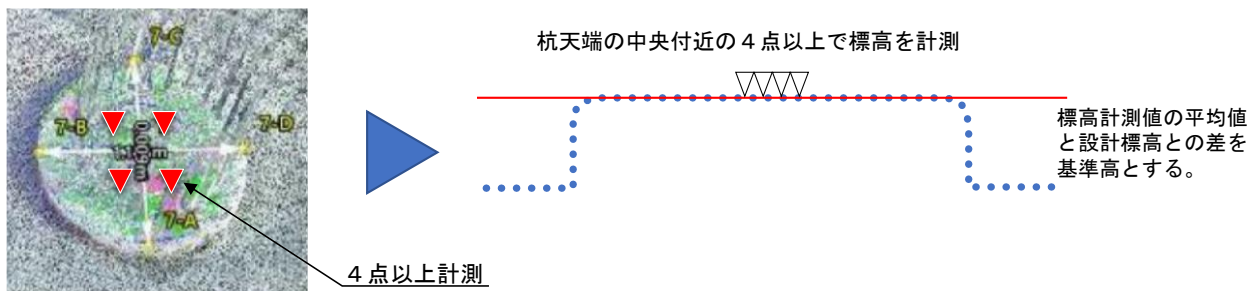


図10-1 【算出方法①】基準高の算出方法

b) 杭径

計測点群から杭の側面のラインを見いだして補助線を作成し、これらの補助線間の水平距離を杭径として算出する。縦断面・横断面の両方の杭径が出来形管理基準を満足していることを確認する。

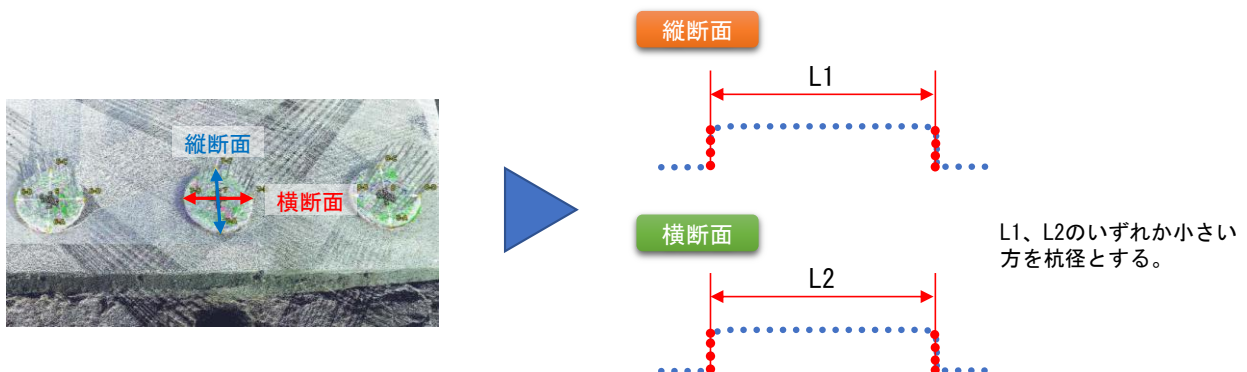


図10-2 【算出方法①】杭径の算出方法

c) 偏心量の算出方法

偏心量は、杭径を計測した縦断方向の測線 L1、横断方向の測線 L2 の交点 (x, y) を CAD ソフト等で算出し、設計杭芯に対する差から偏心量を求める。

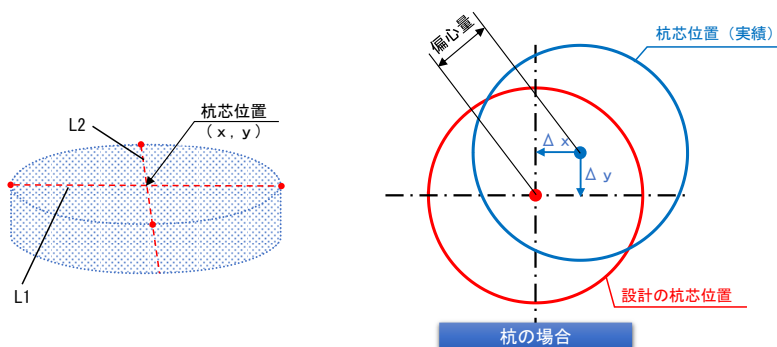


図10-3 【算出方法①】 偏心量の算出方法

【算出方法②】

a) 基準高の算出方法

算出方法①の基準高の算出方法と同様。

b) 杭径・偏心量の算出方法

多点計測技術で取得した計測点群から杭側面で計測された点群を抽出し、CAD等で平面表示する。次に、円状に分布する杭側面の点群から3点を選択する。この3点は概ね均等な間隔となるように選択する。この3点を通る円を描画し、この円の直径を杭径、円の中心点 (x, y) を杭芯位置とする。

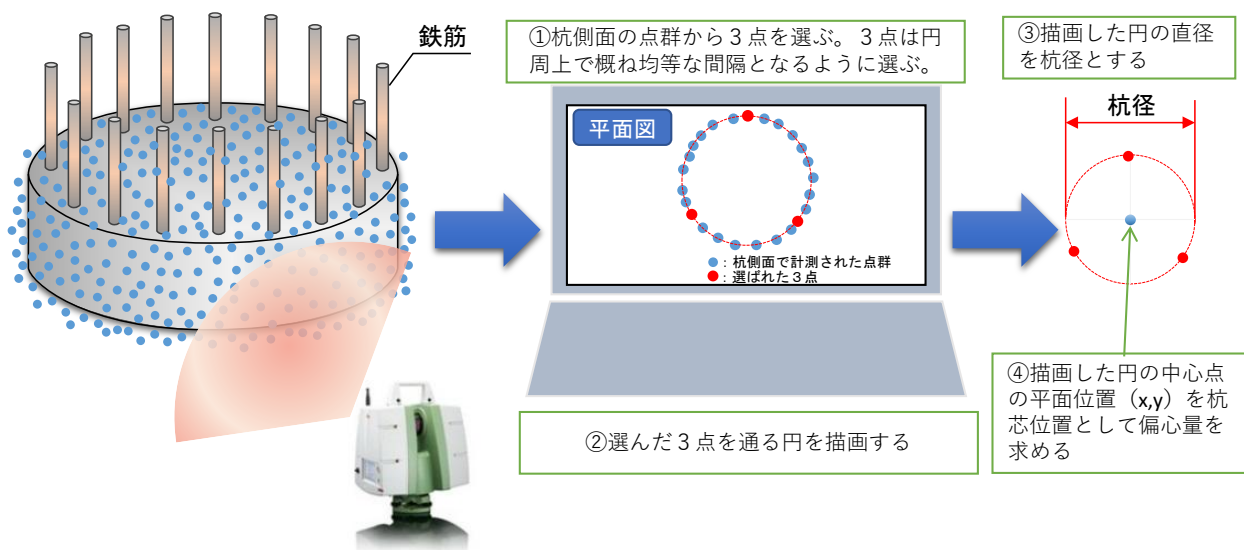


図10-4 【算出方法②】 杭径・偏心量の算出方法

2. 基礎工(場所打杭)における計測時の要求精度について

各管理項目における精度検証は、事前精度確認ではなく、計測時に設置した検証に使用する点の2点間距離を計測するものとし、要求精度は以下の表10-1を、精度確認方法については表10-2を参照のこと。

表10-1 基礎工(場所打杭)における計測時の要求精度

測定項目	規格値	要求精度
基準高	±50mm	15mm 以下
偏心量 d	100mm 以内	30mm 以下
杭 径 D	設計径(公称径) -30mm 以上	10mm 以下

表10-2 基礎工(場所打杭)における計測時の精度確認方法

計測技術		事前確認試験	検証点
単点計測	T S 等光波方式	不要 (等級による確認) ※1	不要
	T S (ノンプリズム方式)	必要	不要
多点計測技術	地上型レーザースキャナー	不要	必要※2
	地上移動体搭載型レーザースキャナー	必要	必要

※1 検定機関が発行する有効な検定証明書あるいは測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書で確認する

※2 : 「T L S の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」の【従前の方法】による。

参考資料-2 ノンプリズムによる単点計測における出来形算出ガイド

ノンプリズムによる単点計測における出来形算出ガイド

基礎工（場所打杭）にてノンプリ計測による出来形管理を行う場合は、「TS等光波方式を用いた出来形管理要領」で利用する2級又は3級TSと同等の計測性能を満たすこととし、事前精度確認にて下記の要求精度を確認すること。

また、事前精度確認にて、下記の精度が担保出来る計測距離（計測箇所とTS等光波方式との離れ距離）を確認するとともに、出来形計測時に、離れ距離以内で出来形計測を行うこと。

■要求精度

計測最大距離で、TS等光波方式によるプリズム計測での計測値と、ノンプリズムによる計測値との差が平面方向（x，y）、鉛直方向（z）それぞれ以下の表の値となること。

表10-3 要求精度

規格値	要求精度
200mm	±20mm
100mm	±10mm
50mm	±5mm

第 1 1 編 擁壁工編

参考資料-1 擁壁工における多点計測技術を用いた出来形算出ガイド

擁壁工における多点計測技術を用いた出来形算出ガイド

擁壁工にて多点計測技術による出来形管理を行う場合は管理対象箇所すべての箇所で 3 次元座標値を取得し、出来形計測結果を算出する。同時に出来形計測結果の算出に使用した 3 次元座標値を残し、計測箇所を確認できるようにする。

1. 擁壁工における多点計測技術を用いた場合の高さの端部の算出方法

計測箇所の擁壁工に直交する測線から±100mm の範囲内で高さの端部を構成する 2 箇所を計測し、擁壁工に対する鉛直方向の差分を算出する。また、端部を構成する 2 箇所は構成する面上から選点し、補助線等を用いて計測してもよい。

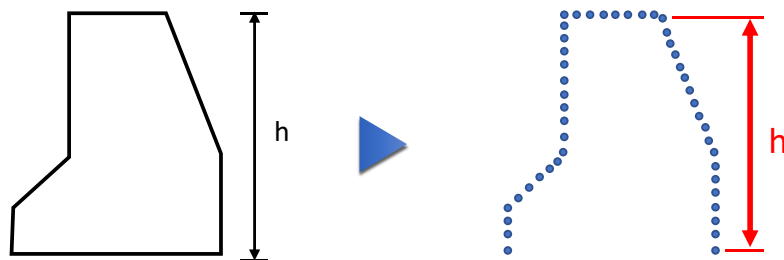


図 1 1-1 高さの算出方法

2. 擁壁工における多点計測技術を用いた場合の幅、控え長さ、厚さ、裏込厚さの算出方法

計測箇所の擁壁工に直交する測線から±100mm の範囲内で幅、控え長さ、厚さ、裏込厚さの端部を構成する 2 箇所を計測し、擁壁工に対する斜距離を算出する。また、端部を構成する 2 箇所は構成する面上から選点し、補助線等を用いて計測してもよい。

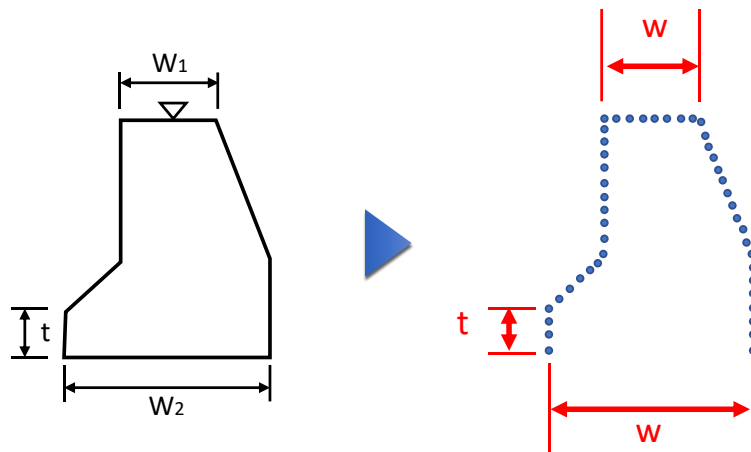


図 1 1-2 幅、控え長さ、厚さ、裏込厚さの算出方法

3. 擁壁工における多点計測技術を用いた場合の鉛直度の算出方法

鉛直度を構成する基準位置と擁壁工の端部の2箇所の水平距離を計測し、その水平距離の差分を算出する。

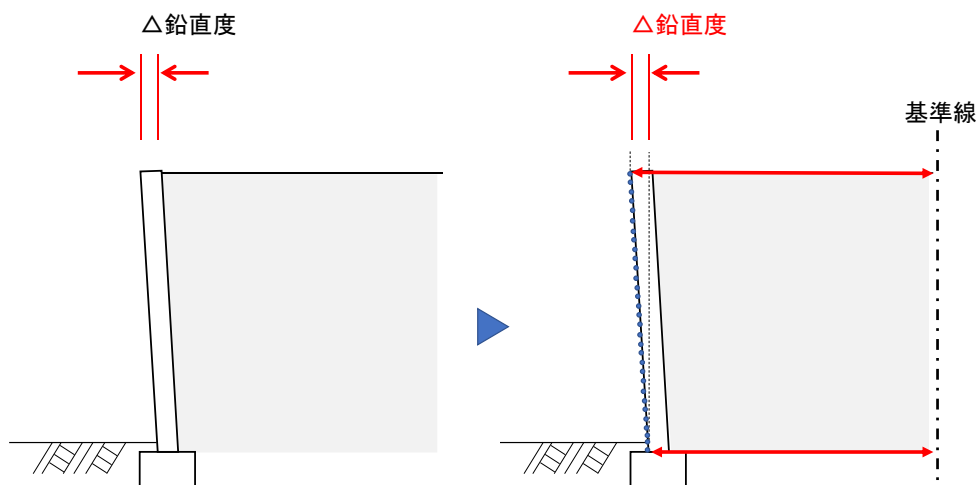


図11-3 鉛直度の算出方法

4. 擁壁工における多点計測技術を用いた場合の延長の算出方法

計測すべき測線上の延長を構成する端部の2箇所の3次元座標間の斜距離を用いる。2箇所以上の計測箇所を指定し分割もしくは、計測箇所2箇所の道のり距離（点群を含んだ斜距離）で計測する際には、3次元座標を結んだ斜距離の累積長さを延長とする。

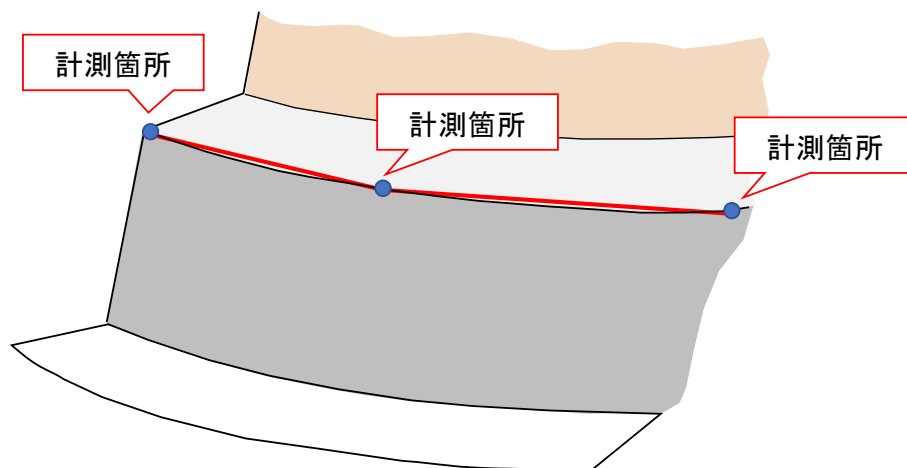


図11-4 延長の算出方法

5. 擁壁工における多点計測技術を用いた場合の面取り部の算出方法（例）

擁壁工において、計測箇所が面取りされている場合は、3次元座標値から生成する補助線間の距離により算出してもよい。

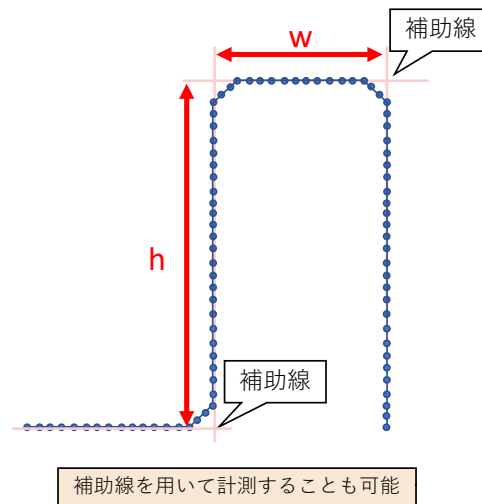


図 1 1-5 多点計測技術を用いた場合の面取り部の算出方法（例）

6. 擁壁工における計測時の要求精度について

各管理項目における精度検証は、事前精度確認ではなく、計測時に設置した検証に使用する点の2点間距離を計測するものとし、要求精度は以下の表 1 1-1 を、精度確認方法については表 1 1-2 を参照のこと。

表11-1 擁壁工における多点計測技術の要求精度

編	章	節	工種	測定項目	規格値	要求精度
共通編	一般施工	擁壁工 共通	補強土壁工 (補強土(テールアル メ)壁工法) (多数アンカー式補強土 工法) (ジオテキスタイルを用 いた補強土工法)	基準高	±50mm	±15mm
				高さ(h<3m)	-50mm	±15mm
				高さ(h≥3m)	-100mm	±30mm
				鉛直度	±0.03h かつ ±300以内	±10mm
				控え長さ	設計値 以上	±10mm
				延長L	-200mm	±30mm
共通編	一般施工	擁壁工 共通	場所打擁壁工	基準高	±50mm	±15mm
				厚さ	-20mm	±5mm
				裏込厚さ	-50mm	±15mm
				幅	-30mm	±10mm
				高さ(h<3m)	-50mm	±15mm
				高さ(h≥3m)	-100mm	±30mm
				延長L	-200mm	±30mm
共通編	一般施工	擁壁工 共通	プレキャスト擁壁工	基準高	±50mm	±15mm
				延長L	-200mm	±30mm

表11-2 擁壁工における計測時の精度確認方法

計測技術		事前確認試験	検証点
単点計測技術	T S 等光波方式	不要 (等級による確認) ※1	不要
	T S (ノンプリズム方式) ・ R T K - G N S S	必要	不要
多点計測技術	空中写真測量 (U A V)	不要	必要
	地上型レーザースキャナー	不要	必要※2
	地上移動体搭載型レーザースキャナー	必要	必要
	無人航空機搭載型レーザースキャナー	必要	必要

※1 検定機関が発行する有効な検定証明書あるいは測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書で確認する

※2 「T L S の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」の【従前の方法】による

参考資料-2 擁壁工における単点計測技術を用いた出来形算出ガイド

擁壁工における単点計測技術を用いた出来形算出ガイド

擁壁工にて単点計測技術による出来形管理を行う場合は管理対象箇所すべての箇所で 3 次元座標値を取得し、出来形計測結果を算出する。同時に出来形計測結果の算出に使用した 3 次元座標値を残し、計測箇所を確認できるようにする。

1. 擁壁工における単点計測技術を用いた場合の面取り部の算出方法（例）

擁壁工において、計測箇所が面取りされている場合は、幅や高さなどの測定項目を構成する構造物の外形線上を計測し、その距離により算出してもよい。

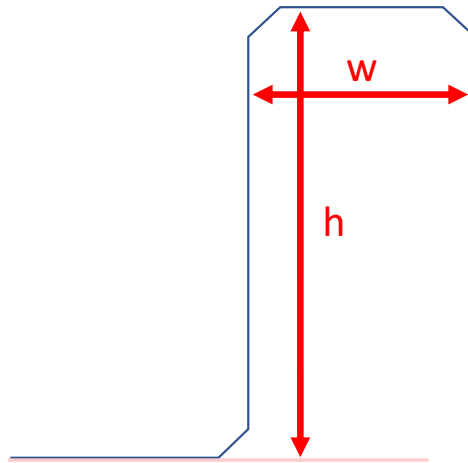


図 1 1 - 6 単点計測技術を用いた場合の面取り部の算出方法（例）

2. 擁壁工・砂防堰堤における計測時の要求精度について

擁壁工にて単点計測技術による出来形管理を行う場合は、下記の要求精度を満たすこととし、事前精度確認にて下記の要求精度を確認すること。

■要求精度

計測最大距離で、TSによるプリズム計測での計測値と、単点計測技術による計測値との差が平面方向（x, y）、鉛直方向（z）それぞれ以下の表の値となること。

表11-3 擁壁工における単点計測技術の要求精度

編	章	節	工種	測定項目	規格値	要求精度
共通編	一般施工	擁壁工 共通	補強土壁工 (補強土（テールアル メ）壁工法) (多数アンカー式補強土 工法) (ジオテキスタイルを用 いた補強土工法)	基準高	±50mm	±5mm
				高さ(h<3m)	-50mm	±5mm
				高さ(h≥3m)	-100mm	±10mm
				鉛直度	±0.03h かつ ±300 以内	±5mm
				控え長さ	設計値 以上	±5mm
				延長L	-200mm	±20mm
共通編	一般施工	擁壁工 共通	場所打擁壁工	基準高	±50mm	±5mm
				厚さ	-20mm	±5mm
				裏込厚さ	-50mm	±5mm
				幅	-30mm	±5mm
				高さ(h<3m)	-50mm	±5mm
				高さ(h≥3m)	-100mm	±10mm
				延長L	-200mm	±20mm
共通編	一般施工	擁壁工 共通	プレキャスト擁壁工	基準高	±50mm	±5mm
				延長L	-200mm	±20mm

第12編 構造物工（橋脚・橋台）編

参考資料-1 構造物工における出来形算出ガイド

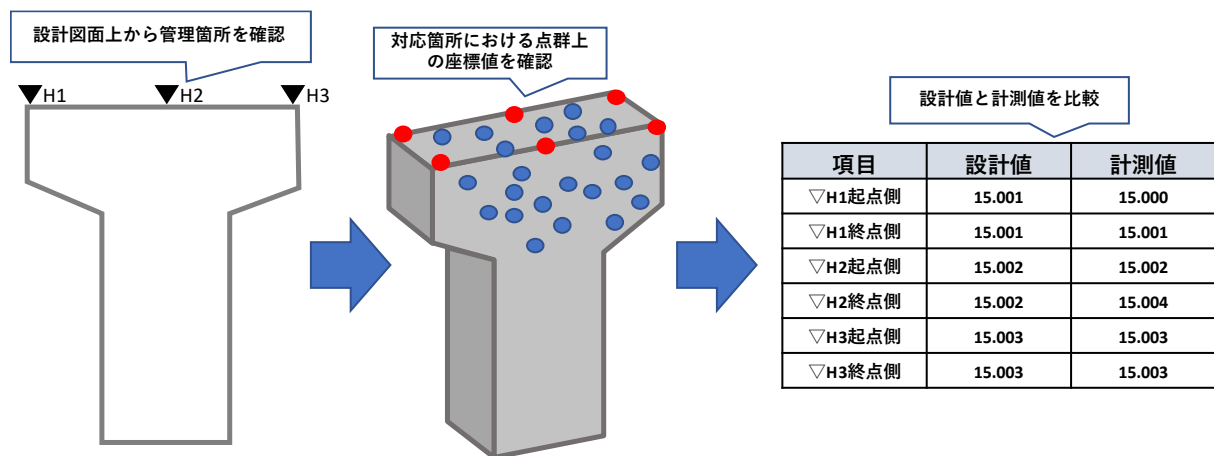
構造物工における出来形算出ガイド

構造物工にて3次元計測技術による出来形管理を行う場合は管理対象箇所のすべての箇所で3次元座標値を取得し、出来形計測結果を算出する。同時に出来形計測結果の算出に使用した3次元座標値を残し、各計測箇所が計測すべき断面上や測線上にあること（補助線・補助面と計測点の位置関係等）が確認できるようにする。

1. 構造物工における多点計測技術を用いた場合の基準高・支承部アンカーボルトの箱抜き（計画高）の算出方法

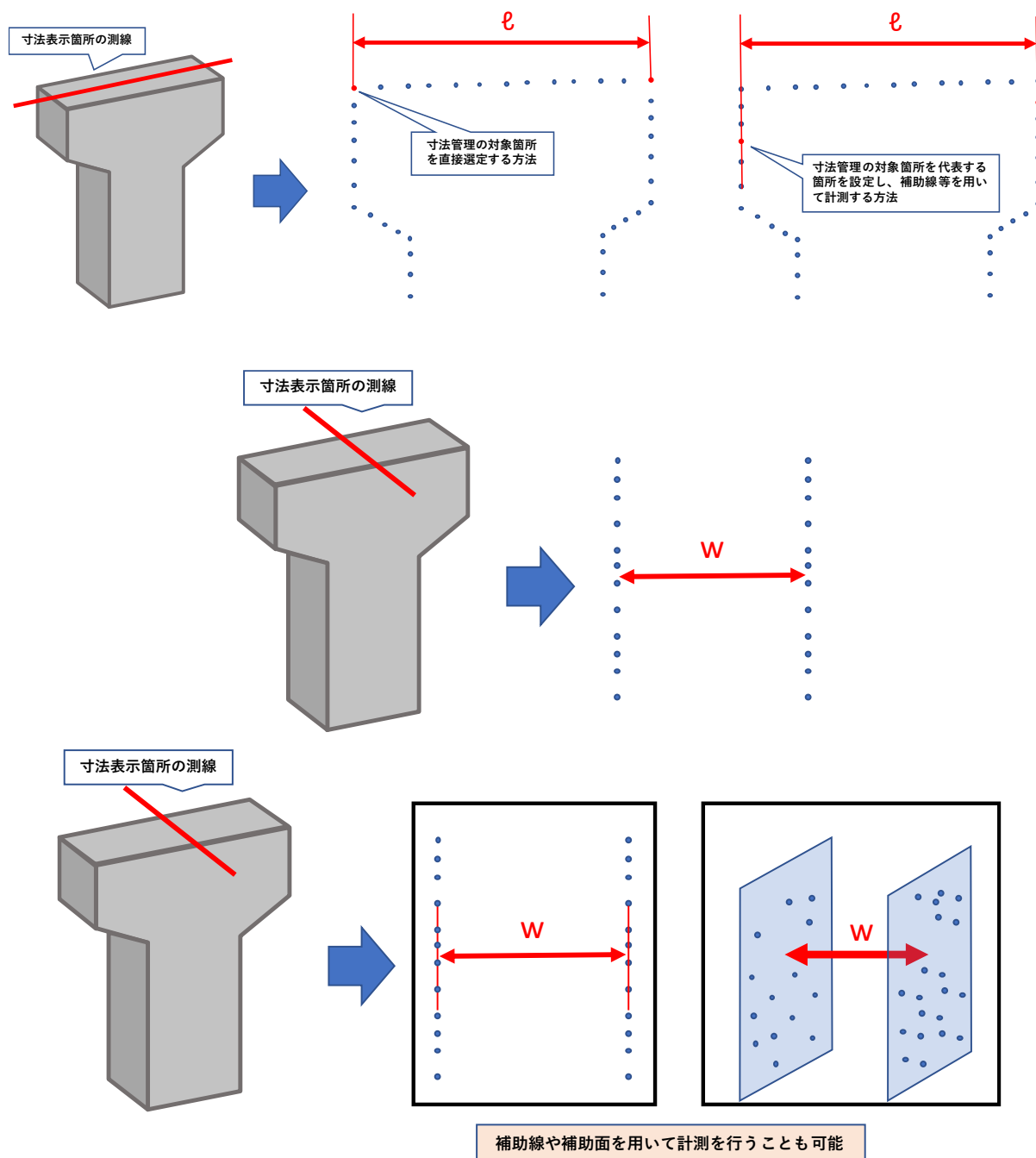
計測すべき基準高の計測位置を計測点群データから選定する。この時、出来形管理すべき箇所を示す平面位置と同位置（水平方向に±5cm以内）にある実在点の高さあるいは補助線・補助面を用いて平面位置と同位置の高さを求めることができる。

出来形管理すべき平面位置の設計基準高と選定した出来形座標の高さの値から出来形を評価する。



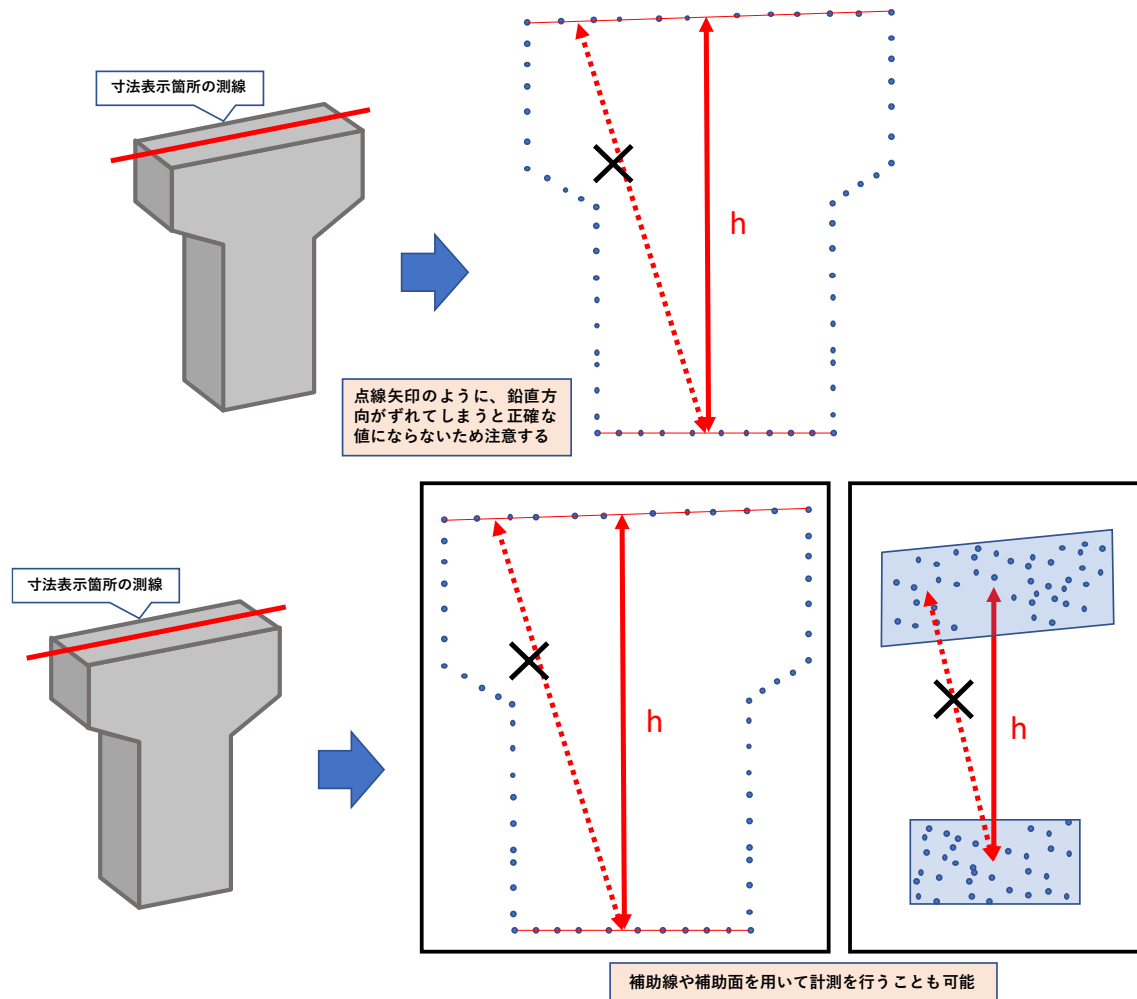
2. 構造物工における多点計測技術を用いた場合の水平距離の算出方法（天端幅・敷幅・天端長・敷長・長さ・胸壁間距離・橋脚中心間距離）

例えば、計測すべき橋軸方向の中央・両端部及び寸法表示箇所の端部を構成する2箇所を選定し、寸法表示箇所に対する水平距離として算出する。また、端部を構成する2箇所は、端部を構成する面上から選点し、補助線・補助面等を用いて計測しても良い。



3. 構造物工における多点計測技術を用いた場合の鉛直方向の差分の算出方法（厚さ・胸壁の高さ・高さ）

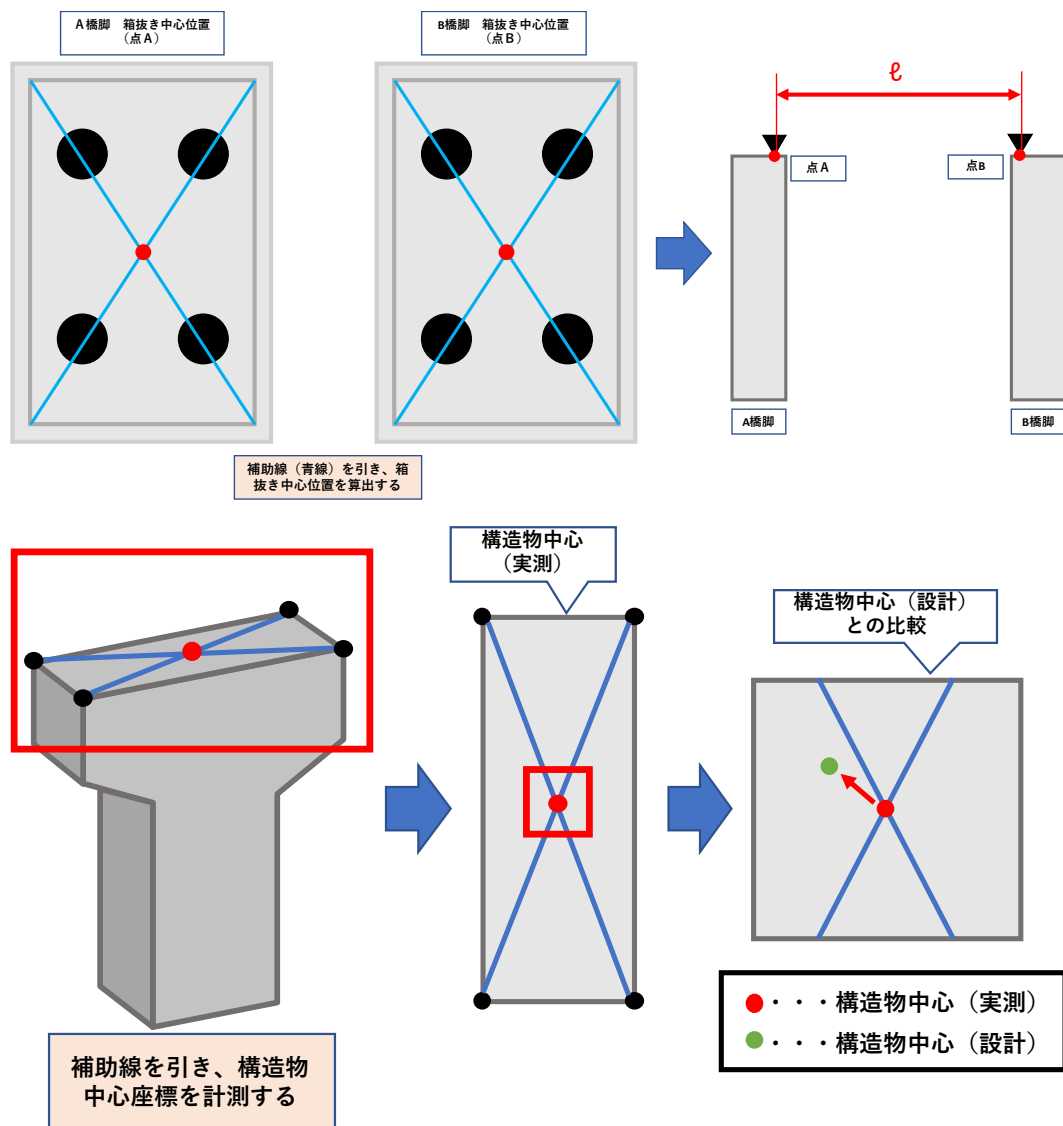
計測すべき橋軸方向の中央・両端部及び寸法表示箇所の端部を構成する2箇所を計測し、寸法表示箇所に対する鉛直方向の差分を算出する。



4. 構造物工における多点計測技術を用いた場合の支間長及び中心線の変位を算出する方法

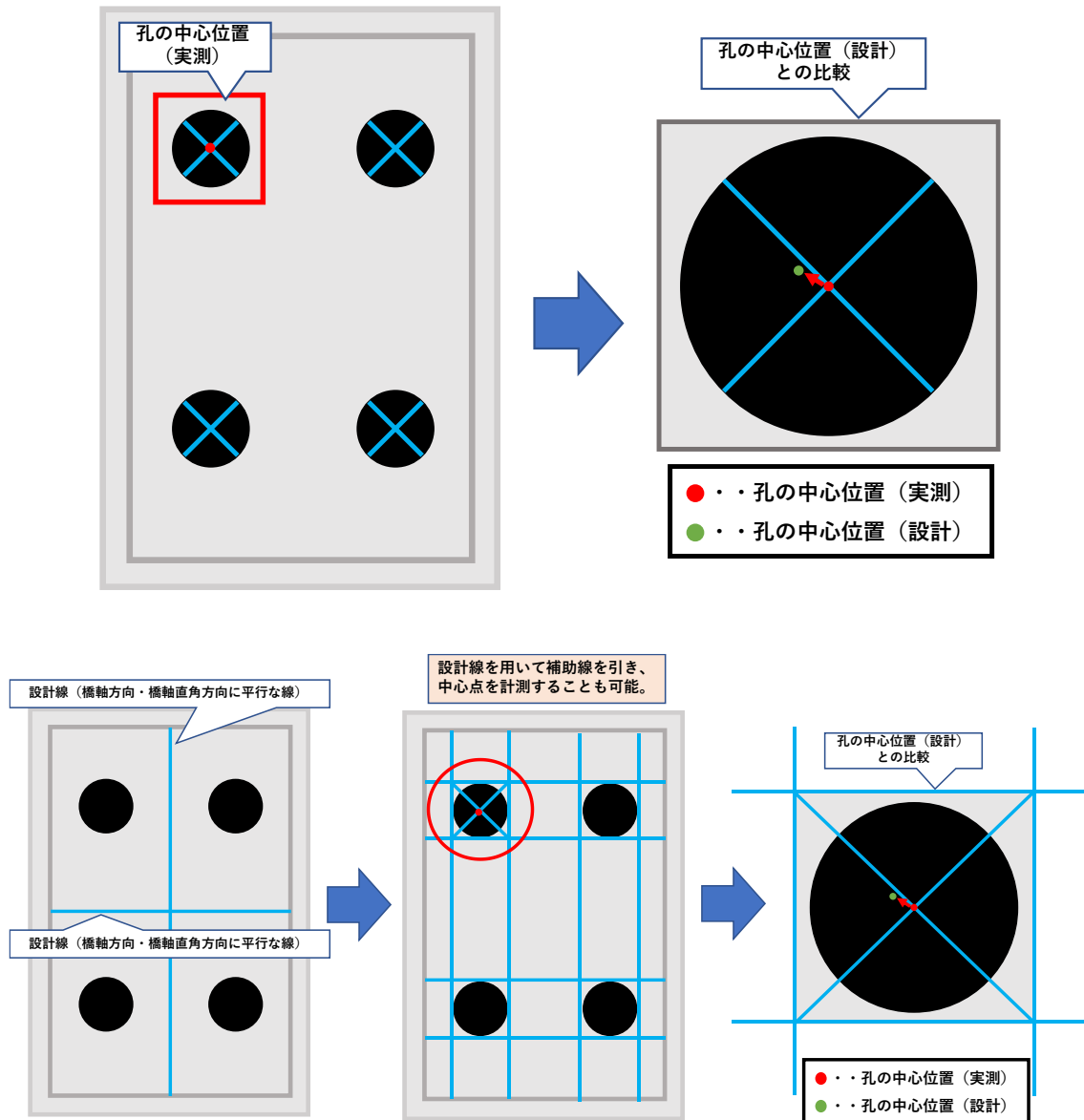
計測すべき橋軸方向の中央・両端部及び寸法表示箇所を構成する端部の2箇所を計測し、計測した3次元座標間の水平距離を用いる。中心線の変位については、構造物設計中心点座標と点群上の構造物中心座標の斜距離を用いる。

また、標高補正・球面補正等補正が必要な場合については、支間長においては管理対象外とする。



5. 支承部アンカーボルトの箱抜きの出来形（平面位置）を算出する方法

点群に補助線・補助面を引き、孔の中心位置を計測し、孔の設計中心位置座標との斜距離を用いる。

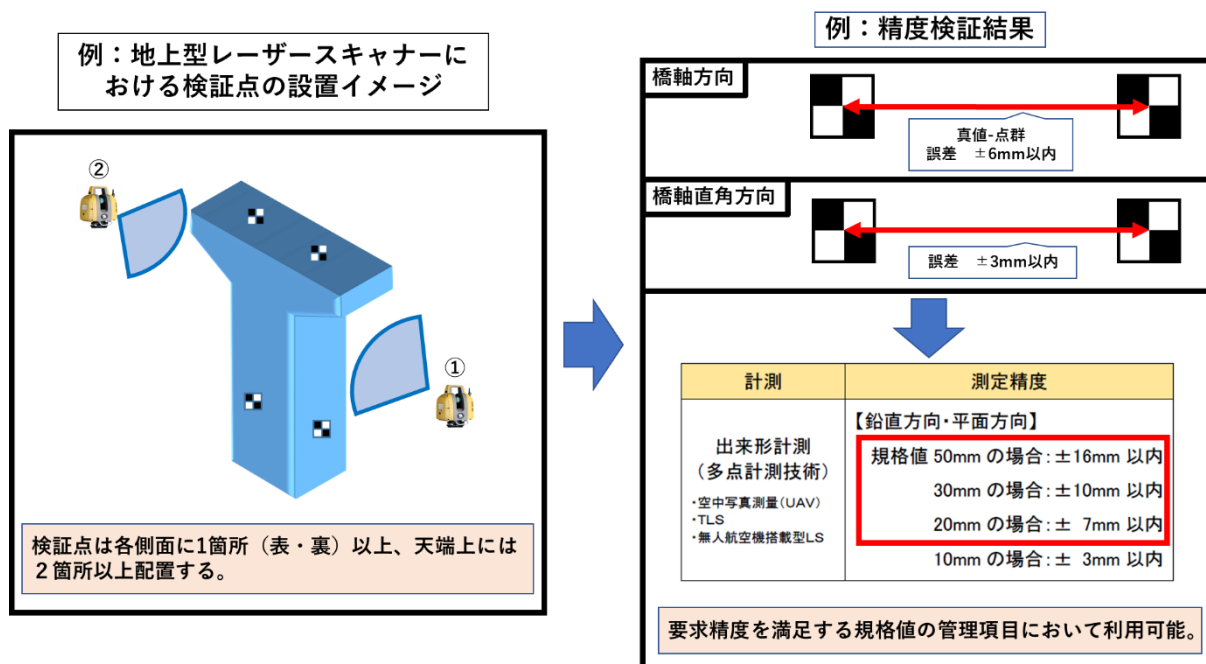


6. 精度検証用検証点の設置方法について

①地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理における検証点設置箇所及び精度検証

各管理項目における精度検証は、事前精度確認ではなく、各側面及び天端上に設置した検証点の2点間距離を従来手法により計測したものと合成した点群上で計測したものとを比較して行う。合成した点群上での2点間距離と従来計測又は光波等による計測で得られた2点間距離を比較し、全ての精度検証において要求精度を満たしている部分の項目については点群上での計測による管理を行うことができる。また、2点間距離は対角に設置した検証点から計測すること。天端部分に設置した検証点についてはその限りではない。

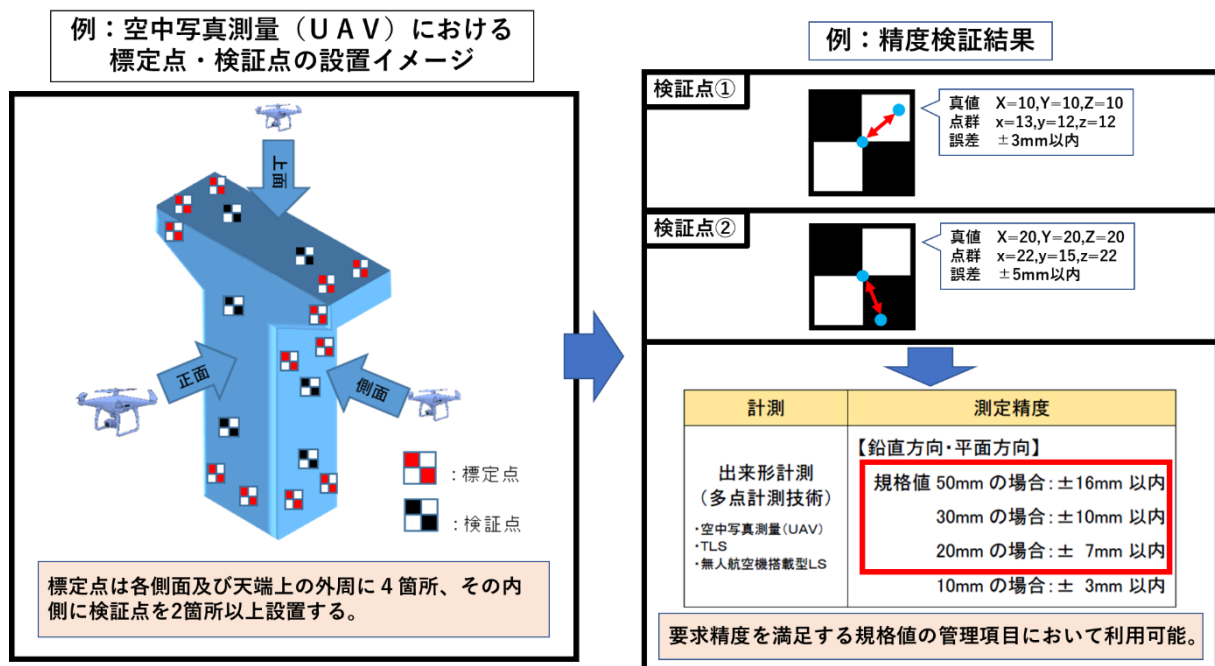
検証点の設置方法・精度検証における例を以下に記載する。



②空中写真測量（UAV）・無人航空機搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理における検証点設置箇所及び精度検証

各管理項目における精度検証は、各側面及び天端上に設置した検証点の座標値を従来手法により計測し、合成した点群上の座標値と比較して行う。各側面及び天端上の外周に4箇所標定点を設置し、その内側に2箇所以上検証点を設置すること。合成した点群上での検証点座標値と従来計測又は光波等による計測で得られた検証点座標値を比較し、全ての精度検証において要求精度を満たしている部分の項目については点群上での計測による管理を行うことができる。

検証点の設置方法・精度検証における例を以下に記載する。



7. 構造物工における計測時の要求精度について

要求精度は以下の表12-1～表12-3を参照のこと。

表12-1 構造物工（橋台躯体工）における計測時の要求精度

測定項目		規格値	要求精度
基準高	▽	±20	7mm 以下
厚さ	t	-20	
天端幅	w 1	-10	3mm 以下
天端幅	w 2	-10	
敷幅	w 3	-50	16mm 以下
高さ	h 1	-50	
天端長	ℓ 1	-50	
敷長	ℓ 2	-50	
支間長及び中心線の変位		±50	
胸壁の高さ h 2		-30	10mm 以下
胸壁間距離 ℓ		±30	
支承部アンカー ボルトの箱抜き 規格値	計画高	+10～-20	+3～-7mm
	平面位置	±20mm	7mm 以下

表12-2 構造物工（橋脚躯体工－ラーメン式以外）における計測時の要求精度

測定項目		規格値	要求精度
基準高	▽	±20	7mm 以下
厚さ	t	-20	
天端幅	w 1	-20	
敷幅	w 2	-50	16mm 以下
高さ	h	-50	
天端長	ℓ 1	-50	
敷長	ℓ 2	-50	
支間長及び中心線の変位		±50	
橋脚中心間距離 ℓ		±30	10mm 以下
支承部アンカー ボルトの箱抜き 規格値	計画高	+10～-20	+3～-7mm 以下
	平面位置	±20mm	7mm 以下

表12-3 構造物工（橋台躯体工－ラーメン式）における計測時の要求精度

測定項目		規格値	要求精度
基準高	∇	± 20	7mm 以下
厚さ	t	-20	
天端幅	w 1	-20	
敷幅	w 2	-20	
長さ	ℓ	-20	
高さ	h	-50	16mm 以下
支間長及び中心線の変位		± 50	
橋脚中心間距離 ℓ		± 30	10mm 以下
支承部アンカー ボルトの箱抜き 規格値	計画高	+10~-20	+3~-7mm 以下
	平面位置	$\pm 20\text{mm}$	7mm 以下

参考資料-2 出来形計測範囲の設定ガイド

出来形計測範囲の設定ガイド

本要領を用いた出来形管理では、計測対象となる橋台、橋脚だけでなく、隣接する橋台や橋脚、周辺地形を含めた3次元点群を維持管理段階での初期値として利用、あるいは周辺地形や形状の把握に利活用することを目指している。

そこで、本要領を用いた出来形計測を行う場合は、出来形管理対象となる橋脚・橋台部分に加えて、T L Sで計測可能な範囲内で周辺地形や構造物を含む計測（計測最大距離の範囲）を実施することとする。

■計測のイメージ

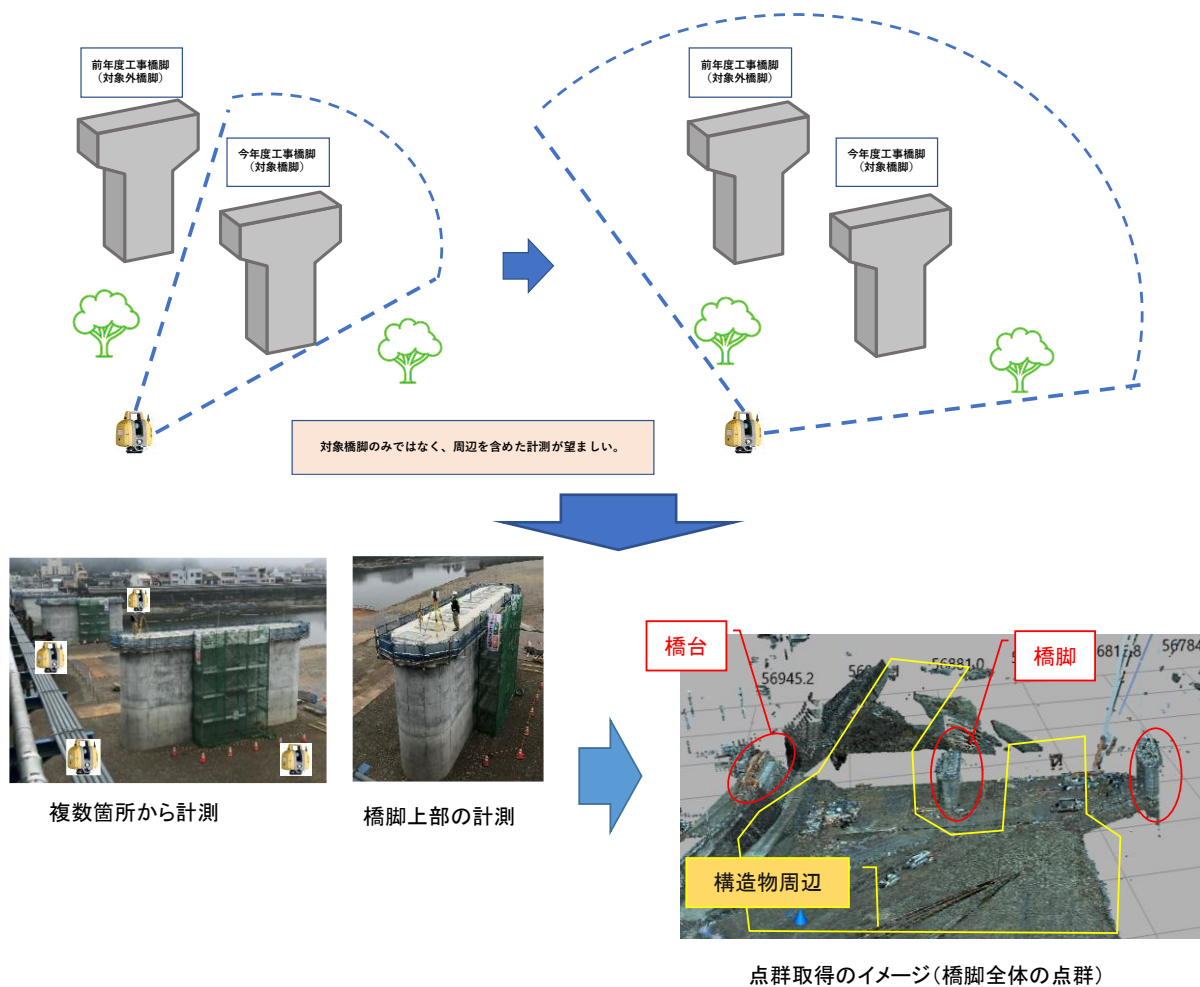


図12-1 計測範囲の設定のイメージと実際の計測点群データの例

参考資料-3 写真計測技術による性能確認試験結果報告書

（様式）

〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名 : _____
受 注 者 名 : _____
作 成 者 : _____ 印

性能確認試験結果報告書

（1）カメラキャリブレーションの実施記録

カメラキャリブレーション実施年月	令和〇〇年〇〇月〇〇日
作業機関名	
実施担当者	
使用するデジタルカメラ	メーカー : (製造メーカー名) 測定装置名称 : (製品名、機種名) 測定装置の製造番号 : (製造番号)

（2）試験概要

精度確認試験実施年月	〇〇年〇〇月〇〇日
作業機関名	
実施担当者	
測定条件	天候 : 晴れ 気温 : 8℃
測定場所	〇〇工事 現場内
検証機器	UAV : 機種名
精度確認方法	検証点の各座標の較差

（3）性能確認試験結果

①計測対象に対する画素寸法が1mm以内となる撮影距離の算出結果

計測対象	計測距離 [m]	画素寸法 [mm]
壁面	2	0.548
壁面	4	1.095
壁面	6	1.643

参考資料-4 3次元計測技術による精度確認試験結果報告書

（様式）

精度確認試験結果報告書

〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名：
受 注 者 名：
作 成 者： 印

（1）試験概要

測定日	〇〇年〇〇月〇〇日
測定条件	天候：晴れ 気温：8℃
測定場所	〇〇工事 現場内
精度確認の対象機器	メーカー：(株)ABC社 測定装置名称：ABC-123 測定装置の製造番号：ABC0123
検証機器（真値を計測する測定機器）	T S 機種名：〇〇〇（級別：〇級）
精度確認方法	検証点の2点間距離 （UAVの場合は水平・鉛直方向の差分等）

（2）精度確認試験結果

①標定点・検証点設置箇所

②算出した箇所及び算出結果が分かる写真

P6橋脚

P1

P3

P2

P11

</

第13編 土工(1,000m³未満)・床掘工・小規模土工・法面整形工編

参考資料-1 小規模工事における出来形算出ガイド

参考資料-1 小規模工事における出来形算出ガイド

土工(1,000m³未満)、床掘工、小規模土工に付随する側溝工(暗渠工)・管渠工・山腹暗渠工・地下排水工にて3次元計測技術による出来形管理を行う場合は管理対象箇所すべての箇所で3次元座標値を取得し、出来形計測結果を算出する。同時に出来形計測結果の算出に使用した3次元座標値を残し、計測箇所を確認できるようにする方法を定めたものである。

1. 多点計測技術を用いた管理対象点の抽出方法

計測対象箇所となる断面(前後±100mmの範囲内を選択することができる)から3次元点群を抽出し、管理対象となる変化点を選択あるいは補助線などにより推定して求めることができる。補助線などにより推定する場合は、推定した補助線を3次元設計データおよび出来形計測点群にその結果を記録すること。

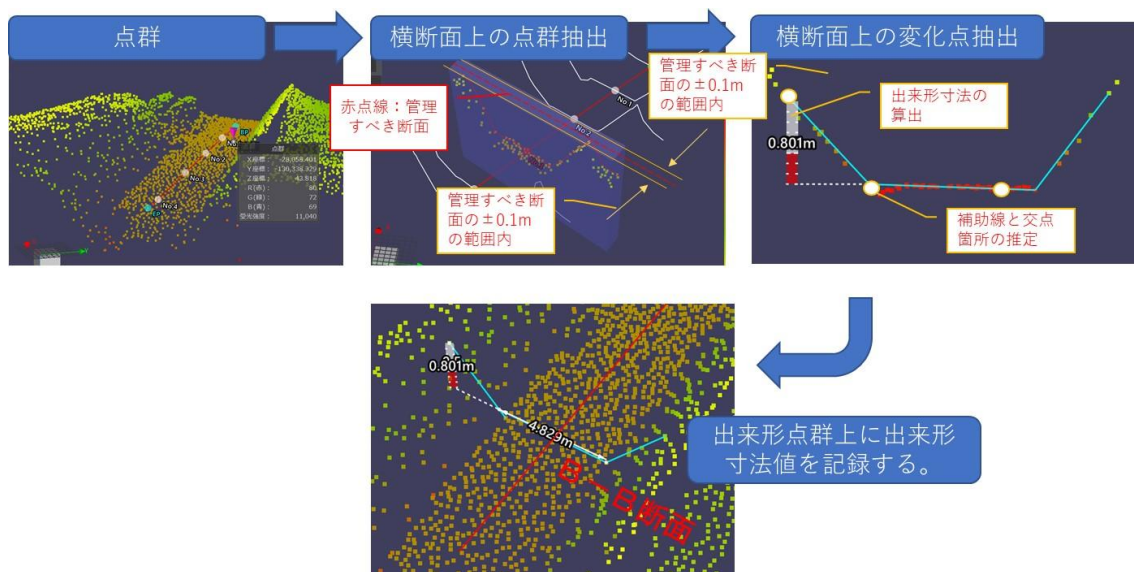


図13-1 断面部における出来形座標の抽出方法

2. 多点計測技術を用いた基準高箇所の抽出方法

計測対象箇所から水平方向に±100mm以内(x, y方向)の座標を抽出し、標高値を基準高として利用することができる。±100mm以内に複数の点が存在する場合は平均化しても良い。

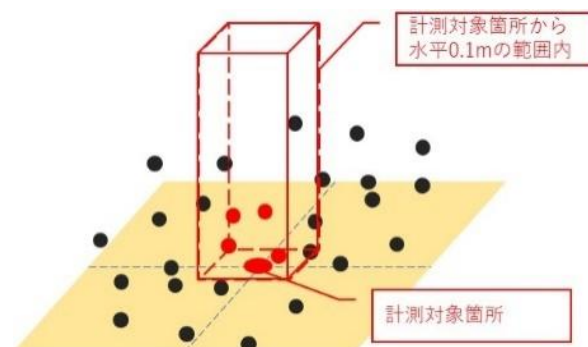


図13-2 基準高箇所の抽出方法

モバイル端末等を用いた計測技術の精度確認試験実施手順書（案）

1. 適用

モバイル端末等を用いた計測技術は、モバイル端末に搭載されているセンサーを活用し、対象地形の3次元点群を得る技術である。本手順書では、点群計測時に3次元座標が既知の検証点を設定することで、点群の計測精度を計測ごとに確認する手法を標準的な手法と位置づけ、「検証点による精度確認手法」と記載する。

また、モバイル端末を用いた出来形管理手法については技術開発が日進月歩で進んでおり、要素技術の性能向上、システムを構成する機器の組合せも変化しているため、検証点による精度確認以外の手法の使用も認めるが、これを用いる場合は、システムごとの計測計画立案に必要な精度管理方法、精度確保のためのシステムの運用方法を所定様式に記載・提出すること。

このほか、小規模土工（1,000m³未満）、床掘工と、小規模土工に付随する側溝工（暗渠工）・管渠工・山腹暗渠工・地下排水工においては、下記に示す土工編で利用可能な計測技術を対象として、本精度確認試験と同様に、測定精度確保に必要な計測手順や条件を精度確認試験結果に明記し、本手法に準じて計測することを施工計画に記載する場合について、出来形計測時の検証点による精度確認を標定点の設置精度の確認により代替することができる。

《土工編で定める計測技術》

- ・空中写真測量（UAV）
- ・地上型レーザースキャナー
- ・地上移動体搭載型レーザースキャナー
- ・無人航空機搭載型レーザースキャナー
- ・施工履歴データ
- ・地上写真測量

2. 実施時期

検証点による精度確認手法を用いる場合は、「3.1 検証点による精度確認」に従って計測ごとに精度確認を実施する。

検証点による精度確認以外の精度確認手法を用いる場合は、「3.2 検証点による精度確認以外の手法を用いる場合」に従って、事前精度確認試験を12ヶ月以内に実施するとともに、計測ごとの精度確認を実施する。

3. 精度確認の実施方法

3.1 検証点による精度確認

受注者は、現場における点群計測の精度を確認するために、計測対象範囲に検証点を設置する。検証点は3次元座標が既知の点上に設置するか、設置後TS等光波方式で3次元座標を計測する。検証点の配置は、計測範囲内の任意の箇所に2箇所以上設置する。

受注者は、検証点の3次元座標と、モバイル端末で計測した3次元座標との差（ Δx , Δy , Δz ）が±50mm以内であることを確認する。

結果を様式に記載し提出する。

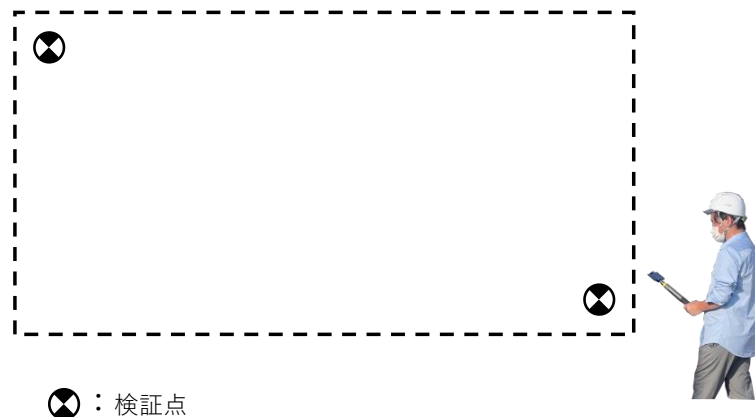


図13-4 標準的な精度確認手法を用いる場合

3.2 検証点による精度確認以外の手法を用いる場合

3.2.1 検証点による精度確認以外の手法の明記・提出

受注者は、検証点による精度確認以外の手法の概要を様式に記載し、提出する。

①主要機器の確認

システムを構成する主要機器と計測の仕組みを記載する。

モバイル端末等を用いた計測技術はモバイル端末等に搭載されたセンサーから得られる相對座標と、相對座標を現場座標への変換する際の基準となる現場座標計測技術の組合せによるシステムが多い。精度確認試験は、現場での出来形計測時に用いるシステムで実施する。

②主要機器

主要機器の仕様を記載する。

③測定精度確保に必要な計測手順

各システムの計測手順、計測時の留意点を明記する。特に、現場での出来形計測時の検証点を標定点における精度確認で代替する場合は、測定精度確保に必要な標定点の設置方法や設置基準、モバイル端末を用いた計測作業の手順を明確にする。

測定精度確保に必要な標定点の設置基準を明記している場合は、標定点の設置精度の確認(2箇所以上)により検証点の確認に代替することができる。

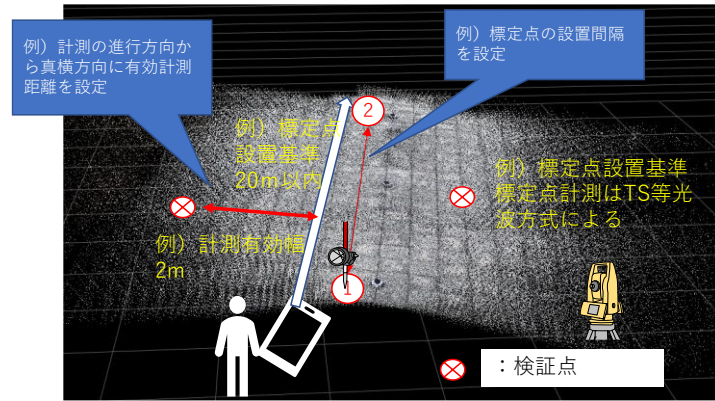
例) 標定点としてRTK-GNSSを搭載する標識を用いる場合、標定点を現場内の既知点上に設置し、標定点と既知点の座標較差が「5.評価基準」で定める測定精度内であることを確認する。既知点の座標は、工事基準点あるいは工事基準点からTS等光波方式により計測された座標であること。

3.2.2 事前精度確認

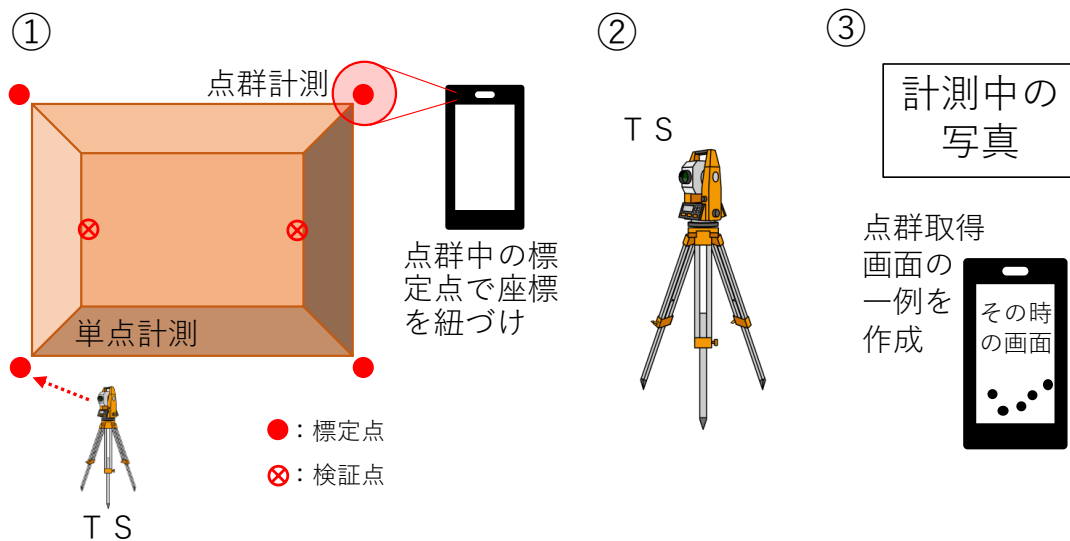
上記の計測条件等に従い、モバイル端末等を用いて計測した結果から得られる検証点の x , y , z の成分と、検証点をTS等光波方それぞれ比較し、その較差が要求精度以内であることを確認する。

精度確認を行う検証点は2点以上とし、互いに離れた位置に設置し、標定点の近傍には設置しない。

結果を様式に記載し、提出する。



＜計測ルート上に 20m 以内に標定点を配置し、計測有効幅を左右 2 m と設定する例＞



＜計測ルート上に 3 m以内に標定点を配置、計測有効幅を左右 2 m、起点と終点を合わせる例＞

図 1 3-5 精度検証の方法（例） ※計測システムにより異なる

3. 2. 3 計測ごとの精度確認

様式に記載した内容に沿った精度確認を出来形等の計測ごとに実施し、結果を任意の様式に記載し、提出する。

4. 検証点を検測する際の注意点

検証点は、精度確認試験の基準となる既知点から TS 等光波方式を用いて計測する。その際、計測に 3 級 TS を用いて計測する場合は、工事基準点等から検証点までの距離を 100m 以内とする（2 級 TS は 150m 以内）。

5. 評価基準

計測結果をTS等光波方式による計測結果と比較し、その差が適正であることを確認する。

表13-1 精度確認試験での鉛直方向の精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考※1
座標較差	【鉛直方向・平面方向】 起工測量、岩線計測 ±100mm 以下 部分払い出来高計測 ±200mm 以下 出来形計測 ±50mm 以下	検証点2箇所以上
測定精度確保に必要な計測手順や条件（標定点の設置基準等）※2		
現場での出来形測定精度を確保するための計測条件が明記されていること。 現場座標と整合させる手法が定められている。 具体的方法： 現場座標と整合させるための与点（標定点）の基準が定められている。 具体的方法（精度、頻度、配置等）： 利用するセンサーの仕様が定められている、あるいは利用する機種が定められている。 具体的仕様（型式）：		

※1 計測システムの特徴を踏まえ、想定する計測範囲内で性能低下が想定される箇所に設置すること。

※2 出来形計測において検証点による精度確認を標定点で代替する場合は必須とする。（記載内容は様式の記載を参照）。

6. 実施結果の記録

計測性能および精度確認の実施結果を記録・提出する。

(様式)

精度確認試験結果報告書

〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名 : _____
受 注 者 名 : _____
作 成 者 : _____ 印

(1) 精度確認試験結果 (概要)

精度確認試験実施年月	令和〇〇年〇〇月〇〇日
作業機関名	
実施担当者	
測定機器本体	名称：モバイル端末 機種：〇〇〇〇 Pro 〇〇〇〇〇〇 個体識別：***** (シリアル No あるいは IMEI)
測定条件	天候：晴れ 気温：25℃
測定場所および計測状況	〇〇〇〇 〇〇〇〇側道 工事現場
検証機器 (真値を計測する測定機器)	T S 機種名：〇〇〇 (級別：〇級)
精度確認方法	検証点の各座標の較差

利用する端末を記載する。
※同一型式でも個体差があるので、利用する端末ごとに実施する

(2) 精度確認試験結果

①真値とする検証点の確認

計測方法：既知点 or T S 等光波方式による座標値計測

真値とする検証点の位置座標			
	x	y	z
1 点目	-105058.381	38608.102	10.995
2 点目	-105088.292	38602.687	10.663

②モバイル端末等による確認



モバイル端末等で計測した検証点の位置座標			
	x'	y'	z'
1 点目	-105085.395	38608.105	10.987
2 点目	-105088.305	38602.706	10.650

③差の確認 (測定精度)

モバイル端末等による計測結果 (x', y', z') — 真値とする検証点の座標値 (x, y, z)

検証点の座標間較差			
	Δx	Δy	Δz
1 点目	-0.014	0.003	-0.008
2 点目	-0.013	0.019	-0.016

x 成分 (最大) = -0.014m (-14mm) ; 合格 (基準値 50mm 以内)
y 成分 (最大) = 0.019m (19mm) ; 合格 (基準値 50mm 以内)
z 成分 (最大) = -0.016m (-16mm) ; 合格 (基準値 50mm 以内)

(様式)

精度確認方法の概要（検証点による精度確認以外の手法）

主要機器の構成と精度確保に必要な計測手順

記載例

①主要機器の構成

システムを構成する主要機器と計測の仕組み（フロー図）を掲載する。

1) 利用するシステム



2) 計測手順



計測フロー（記載例）

②主要機器			記載例
②-1：モバイル端末等本体			
本体	計測方式	備考	
名称：モバイル端末 対応機種： 12.9インチ〇〇〇Pro（第4世代） (Wi-Fi+Cellularモデル) 11インチ〇〇〇Pro（第2世代） (Wi-Fi+Cellularモデル) 12.9インチ〇〇〇Pro（第5世代） (Wi-Fi+Cellularモデル)	〈下記の組み合わせによるシステム〉 ✓モバイル端末に搭載されたセンサー：LiDARを利用する。 ✓標定点の計測：RTK-GNSS（2周波）レシーバーを用いる。 ✓計測ソフトウェア：〇〇社製「〇△計測ソフトウェア」		
②-2：標定点に用いるシステム			
標定点計測装置	計測性能および利用方法	備考	
方式：RTK-GNSS レシーバー	5m以内で標定点となるGNSS レシーバーを設置・計測を行う。 モバイル端末の計測アプリを起動し、標定点付近の計測と画面上でGNSS レシーバーを選択し、GNSS レシーバーが取得した位置情報と、3次元測量データを紐づける。 計測区間終了まで①②を繰り返す。		利用する手順を記載する。 ※同一システムでも複数の手法がある。現場で利用する方法を記載する。
③測定精度確保に必要な計測手順や条件			
現場での出来形測定精度を確保するための計測条件が明記されていること。 以下記載例 ■現場座標と整合させる手法が定められている。 具体的方法；計測ソフトウェア（〇〇）を起動し、標定点（始点）を読み込む。 センサーを計測対象に向けたまま、まっすぐ移動する。 5m間隔に設置した標定点（中間点）を計測する。 精度誤差測定のため検証点（中間点）を読み込む。 標定点（終点）を読み込み、計測を終了する。 ■現場座標と整合させるための与点の基準が定められている。 具体的方法；モバイル端末の移動方向に5m間隔に標定点（GNSS デバイス）を配置する。 標定点（GNSS デバイス）の座標はRTK-GNSSにより座標計測する。 RTK-GNSSは計直前と計測直後に既知点上で精度確認を行い、±5cm以下であることを確認する。 ■精度が確保できる範囲 具体的方法；標定点は5m以内ピッチに設定する。 ■利用するセンサーの仕様が定められているあるいは、利用する機種が定められている。 具体的仕様（型式）：〇〇社製、〇〇等（上記対応機種）			利用する手順を記載する。 ※現場での計測における留意点を把握するために記載すること。

(様式)

精度確認試験結果報告書 (検証点による精度確認以外の手法)

〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名 :
受 注 者 名 :
作 成 者 : 印

(1) 試験概要

精度確認試験実施年月	令和〇〇年〇〇月〇〇日
作業機関名	
実施担当者	
測定機器本体	名称：モバイル端末 機種：〇〇〇〇 Pro 〇〇〇〇〇〇 個体識別：***** (シリアル No あるいは IMEI)
測定条件	天候：晴れ 気温：25℃
測定場所および計測状況	〇〇〇〇 〇〇〇〇側道 工事現場
検証機器 (真値を計測する測定機器)	T S 機種名：〇〇〇 (級別：〇級)
精度確認方法	検証点の各座標の較差

利用する端末を記載する。
※同一型式でも個体差があるので、利用する端末ごとに実施する

(2) 精度確認試験結果

①真値とする検証点の確認

計測方法：既知点 or T S 等光波方式による座標値計測

真値とする検証点の位置座標			
	x	y	z
1 点目	44044.720	-11987.655	17.890
2 点目	44060.797	-11993.390	17.530

②モバイル端末等による確認

モバイル端末等で計測した検証点の位置座標			
	x	y	z
1 点目	44044.700	-11987.644	17.870
2 点目	44060.778	-11993.385	17.521

③差の確認（測定精度）

モバイル端末等による計測結果（ x' ， y' ， z' ） — 真値とする検証点の座標値（ x ， y ， z ）

検証点の座標間較差			
	Δx	Δy	Δz
1 点目	-0.020	0.011	-0.020
2 点目	-0.019	0.005	-0.009

x 成分（最大） = -0.020m（-20mm）；合格（基準値 50mm 以内）
y 成分（最大） = 0.011m（11mm）；合格（基準値 50mm 以内）
z 成分（最大） = -0.020m（-20mm）；合格（基準値 50mm 以内）

参考資料-3 ICT建機の刃先計測機能による3次元計測技術の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

ICT建機の刃先計測機能等を用いた計測技術の測定精度を確認するために、精度確認試験を行う場所に6断面(12測点)以上の検証点を設置し、ICT建機の刃先計測機能等から得られた検証点座標とTS等光波方式により計測した検証点座標を比較し精度確認試験を行う。

なお、「スウィング式※」・「平行リンク式※」に対応したICT建機の刃先計測機能等を用いる際は、追加で検証点を設置し、TS等光波方式により計測した検証点座標を比較し精度確認試験を行う。

【測定精度】

検証点での座標値の較差 x, y, z それぞれ $\pm 50\text{mm}$ 以内

※日本建設機械要覧(一般社団法人 日本建設機械施工協会)による側溝掘方式

【解説】

従来施工では管理断面での出来形管理を行う場合、20mピッチで水系下がりや幅をメジャーやレベル等を使って確認している。刃先データによる出来形確認では、建機が掘削などの作業を行い、次の作業場所まで移動する1ピッチに1度、できるだけ施工者の手間にならないよう床掘断面の左右座標を取得することで、簡便に出来形確認ができることを想定している。

精度確認試験では、従来管理の20mピッチと比較して4倍程度の頻度で出来形を確認できることを目的としている。

平面位置及び、標高の精度確認は、刃先データを用いて計測した結果から得られる検証点の x, y, z の成分と、検証点をTS等光波方式で計測した結果で得られる座標値の x, y, z の成分をそれぞれ比較し、その較差が要求精度以内であることを確認する。

TS等光波方式を用いて検証点を計測する場合は、精度確認試験を行う場所内の基準となる既知点を用いて計測を行う。また、既知点等から検証点までの距離は、3級TSを用いて計測する場合は100m以内とする(2級TSは150m以内)。

ICT建機の刃先計測機能による3次元計測技術の精度確認試験実施手順書（案）

1. 適用

ICT建機の刃先計測機能による3次元計測技術は、ICT建機に搭載されている3次元座標の記録機能を活用し、対象地形の3次元座標を得る技術である。土工編の施工履歴データによる出来形管理では、日々の出来形確認として「日当りの施工範囲について3点以上の出来形確認を行い、規格値を満足していることをTS等光波方式による計測により確認する」ことが必要だったが、土工(1,000m³)・床掘工・小規模土工編・法面整形工の出来形管理においては、精度確認試験を行った機器であれば、日々のTS等光波方式による計測・確認は省略できる。

精度確認の実施時期については、作業装置位置の測定精度確認のため、出来形管理範囲着工前に精度確認試験を現場ごとに1回実施する。また、作業期間中の精度を管理する目的で、静止状態での精度確認を日々実施することとする。

なお、ICT建設機械等認定制度において、認定を受けたICT建設機械等を用いており、かつ「別表2 申請者が公表を求める事項」に準じて、認定事業者が精度確認試験方法を公表している場合は、本要領案に規定されている確認方法のほか、認定事業者が公表している試験確認方法によることができる。

「日々の精度確認」については、施工履歴データを出来形計測に利用する場合は、「ICT建機の刃先計測機能による3次元計測技術の精度確認試験実施手順書（案）」の「日々の精度確認」に従い、作業日1日ごと始業前に精度確認試験を実施する。結果については、監督職員の求めに応じ提出できるように保管する。

刃先データを用いて出来形管理を行う場合、使用するMGバックホウが「スイング式」「平行リンク式」「チルトローテーター」機能などを持っている場合、MGシステムによってはアーム取り付け部の回転角度のずれを計算できないことがある。

その場合、MGシステムが計測起点とするGNSSアンテナやプリズムの「計算起点座標」から刃先までの座標計算結果と、実際の刃先座標にずれが生じる。

そのまま計測すると本来の出来形と異なるため、「出来形計測を実施する当日」に、本手順書を使って計測精度を確認する。

2. 精度確認の実施方法

(1) ICT建機の実施手順

ICTバックホウのバケット刃先位置などのログデータと、真値（真値はTS等光波方式で計測）を比較し、真値との差異を確認する。計測は、計測位置の誤差の生じない平場（刃先やプリズム先端が沈み込まないアスファルトやコンクリート上などが望ましい）で行う。

精度確認試験を実施する範囲（広さ）については任意とするが計測する検証点をTS等光波方式で計測できるような範囲（広さ）で実施すること。

計測は、①ブーム、アームを最も縮めた状態で、②最も伸ばした状態で、ICT建機の刃先を平場に設置させ、真値（TS等光波方式で計測）と、ICT建機の刃先計測機能で取得した座標値を比較する。

上記の2姿勢で、1断面（2点以上）をそれぞれ2姿勢分の2断面を計測する。計測後にICTバックホウを車体1台分前進させ本体位置を変えた上で、同様に2断面計測する。次に、ICTバ

ックホウを再び車体1台分前進させ、90度回転した状態で同様に2断面を計測する。

最終的な検証点は6断面(12箇所)以上とする。

ICT建機の座標記録機能を利用してログデータを取得し、ログデータの座標と、TS等光波方式で検測した点の3次元座標とを比較し、精度確認基準を満たすことを確認する。

- ①ブーム、アームを最も縮めた状態
 - ②ブーム、アームを最も伸ばした状態
- 一で、ICT建機の刃先を平場に設置させ、真値(TS等光波方式で計測)と、ICT建機の刃先計測機能で取得した座標値を比較する。

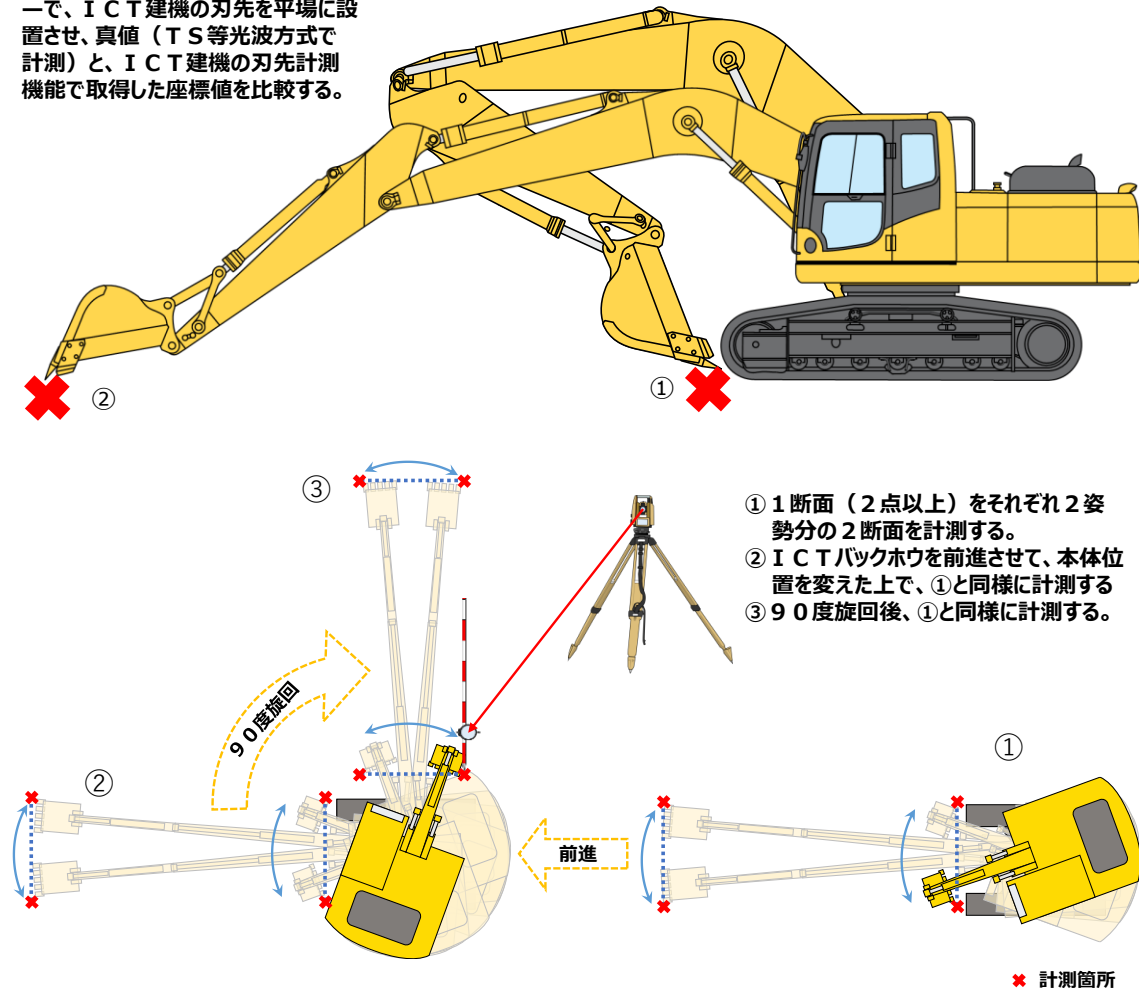


図13-6 精度確認試験の検証点配置イメージ図

なお、使用するMGバックホウが「スイング式」「平行リンク式」に対応している場合のみ、上記の精度確認試験の方法に加えて、MGバックホウのスイング・オフセット部分のみ右旋回・左旋回させた状態で、ブーム・アーム最も縮めた状態・最も伸ばした状態でバケットの向かって外側の1点の計4点の計測を追加で検証することとする。

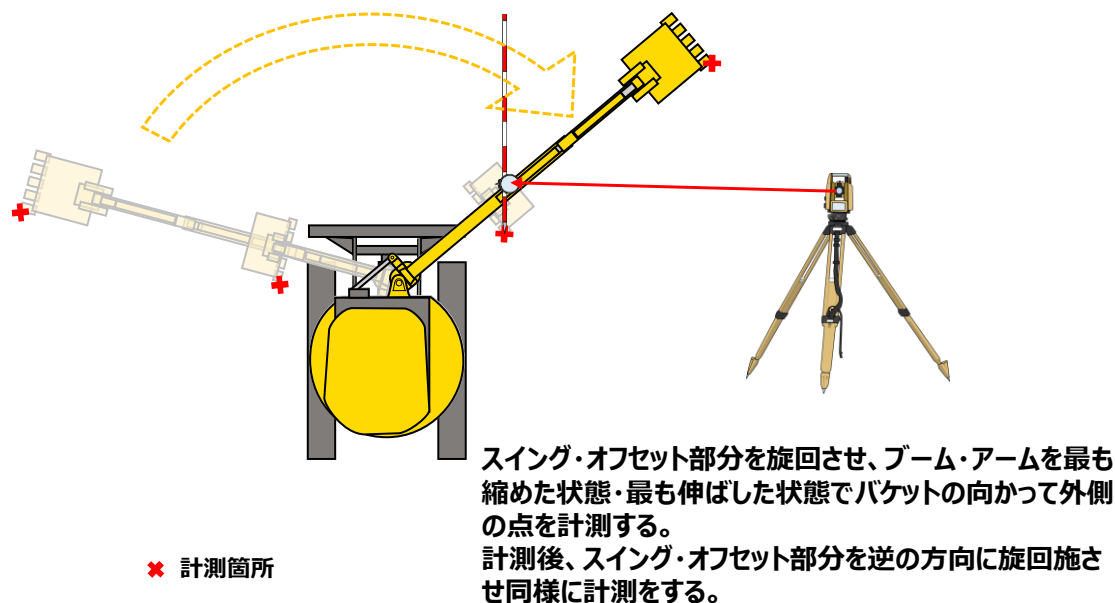


図13-7 スイング式・平行リンク式の精度確認試験の検証点配置イメージ図

3. 精度確認

平面位置及び、標高の精度確認は、刃先データを用いて計測した結果から得られる検証点のx, y, zの成分と、検証点をTS等光波方式で計測した結果で得られる座標値のx, y, zの成分をそれぞれ比較し、その較差が要求精度以内であることを確認する。

要求精度の確認は、出来形については、TS等光波方式の座標と刃先データを用いて計測した座標の各成分の較差が±50mm以内であればよい。また、起工測量に用いる場合は、較差が±100mm以内であればよい。

TS取得座標				刃先取得座標				(単位m)		
点名	X	Y	Z	点名	X	Y	Z	ΔX	ΔY	ΔZ
T1	-92643.439	49374.446	444.844	M1	-92643.446	49374.446	444.848	0.007	0.000	-0.004
T2	-92643.446	49374.446	444.848	M2	-92643.433	49374.437	444.851	-0.013	0.009	-0.003
T3	-92643.419	49374.462	444.845	M3	-92643.374	49374.439	444.833	-0.045	0.023	0.012
T4	-92643.409	49374.478	444.844	M4	-92643.407	49374.487	444.837	-0.002	-0.009	0.007
T5	-92647.061	49372.246	444.747	M5	-92647.049	49372.233	444.75	-0.012	0.013	-0.003
T6	-92647.015	49372.133	444.742	M6	-92647.014	49372.146	444.739	-0.001	-0.013	0.003
T7	-92645.637	49373.166	444.777	M7	-92645.628	49373.175	444.769	-0.009	-0.009	0.008
T8	-92645.1	49372.215	444.745	M8	-92645.097	49372.252	444.733	-0.003	-0.037	0.012
T9	-92650.943	49372.452	444.686	M9	-92650.934	49372.444	444.682	-0.009	0.008	0.004
T10	-92650.914	49372.456	444.68	M10	-92650.908	49372.448	444.683	-0.006	0.008	-0.003
T11	-92651.492	49374.07	444.675	M11	-92651.51	49374.068	444.67	0.018	0.002	0.005
T12	-92651.477	49374.087	444.672	M12	-92651.497	49374.085	444.664	0.020	0.002	0.008
								0.050	0.050	0.050
								○	○	○

要求精度
 合否判定

図13-8 精度確認イメージ図

(1) 検証点の検測

検証点は、精度確認試験の基準となる既知点からTS等光波方式を用いて計測する。その際、計測に3級TSを用いて計測する場合は、工事基準点等から検証点までの距離を100m以内とする(2級TSは150m以内)。

4. 施工期間中の日々の精度確認

評価方法は、ICT建設機械から提供される作業機位置座標と、既知点、またはTS等光波方式により計測した座標との較差を算出し、水平・標高較差が精度確認基準に示す基準値以内であることを確認する。なお、本精度確認試験の確認点数は1点とする。

ICTバックホウのバケット形状を考慮して、刃先計測機能の標高計測値を一定寸法だけオフセットして記録しているシステムについては、TS等光波方式による高さ計測値と、オフセットした施工履歴データとの比較により精度を検証してもよい。また、直接ピンポールで施工履歴計測点を計測できない場合は、オフセットした点で精度確認を実施してもよい。

なお精度確認後は、日々のチェックシートを作成し監督職員の求めに応じ提出できるように保管する。(日常点検チェックシートを参照)

以下に日々の精度確認手順を示す。

- ① ICTバックホウの刃先で現場内の工事基準点を計測、または任意箇所を計測し座標値(x, y, z)を記録
- ② 工事基準点を計測した場合は、工事基準点の座標値(x, y, z)を真値とし、任意箇所を計測した場合は、同一箇所をTS等光波方式で計測した座標値(x, y, z)を真値として記録(使用するプリズムは精度を担保するため、ピンポールが望ましい)
- ③ ①と②の座標値の較差を求め、±50mm以内であることを確認

● : 既知点又は、TS計測点

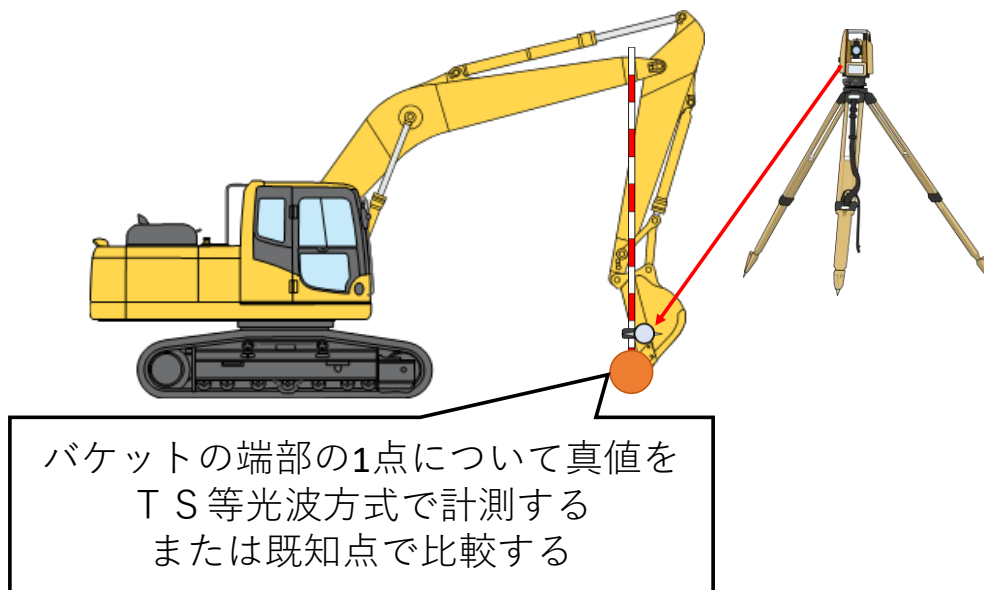


図13-9 日々の精度確認イメージ図

5. 評価基準

計測結果をTS等光波方式による計測結果と比較し、その差が適正であることを確認する。

表13-2 精度確認試験での精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
座標較差	【鉛直方向・平面方向】 起工測量、岩線計測 ±100mm 以下 部分払い出来高計測 ±200mm 以下 出来形計測 ±50mm 以下	TS等光波方式の座標と刃先データを用いて計測した座標のx, y, z各成分の較差が±50m 以内

6. 実施結果の記録

計測性能および精度確認の実施結果を記録・提出する。

(様式 5-1)

精度確認試験結果報告書

計測実施日：令和〇〇年〇〇月〇〇日

機器の所有者・試験者あるいは精度管理担当者：(株) 施工履歴

精度 太郎 印

(1) 試験概要

測定日	〇〇年〇〇月〇〇日
測定条件	天候：晴れ 気温：℃
測定場所	〇〇工事 現場内
精度確認の対象機器	メーカー：(株)ABC社 測定装置名称：SR420 測定装置の製造番号：SN00022
検証機器（計測点を計測する測定機器）	TS 機種名：〇〇〇（級別：〇級）
精度確認方法	・ICT建機の刃先計測機能による座標値と、TS等光波方式による検査点との較差
精度検証対象機器と既知点の距離	〇〇m

(2) 精度確認試験結果

差の確認				
ICT建機の刃先計測機能による座標値 — TS等光波方式による検査点の座標値				
較差	点番	Δx	Δy	Δz
	1	0.007	0.000	-0.004
	2	-0.013	0.009	-0.003
	3	-0.045	0.023	0.012
	・	・	・	・
	・	・	・	・
	・	・	・	・
基準	12	0.020	0.002	0.008
	基準	±50mm 以内		
	合否	合格		

(様式5-2) 日常点検チェックシート

対象項目	確認箇所	チェック実施日		年 月 日		年 月 日		年 月 日		年 月 日		年 月 日						
		確認者	内容	年	月	日	印	チェック結果	年	月	日	印	チェック結果	年	月	日	印	チェック結果
1)GNSSまたはTS	・基準局	・プラケット(ねじ)の緩みはないか?																
		・GNSSまたはTSは正しく起動しているか?																
		・アンテナ・マストの変形はないか?																
		・無線装置は正しく起動しているか? (電力供給、バッテリー充電器)																
2)GNSSまたはTS	・上部旋回体後方	・プラケット(ねじ)の緩みはないか?																
		・アンテナ、マストの変形はないかまたはプリズムに傷はないか?																
3)センサー	・バケット部 ・アーム部 ・ブーム部 ・本体部	・プラケット(ねじ)の緩みはないか?																
		・センサの変形はないか?																
4)ケーブル	・バケット部～アーム部 ・アーム部～ブーム部 ・ブーム部～本体 ・GNSS～本体 等 ※TSはプリズムを使用するため、ケーブルでの接続は不要	・プラケット(ねじ)の緩みはないか?																
		・センサの変形はないか?																
5)データ確認	既知点 x座標 y座標 標高	・取得した座標値(x、y、z)の較差が±50mm以内になっているか?																

※基準点座標が変わる場合はバックホウ表示欄に基準点座標を併記しても良い。

第14編 構造物工（橋梁架設・床版）編

参考資料-1 構造物工における出来形算出ガイド

構造物工における出来形算出ガイド

構造物工にて3次元計測技術による出来形管理を行う場合は管理対象箇所すべての箇所で3次元座標値を取得し、出来形計測結果を算出する。同時に出来形計測結果の算出に使用した3次元座標値を残し、各計測箇所が計測すべき断面上（管理断面から橋軸方向に±100mm 以内の範囲）や測線上にあること（補助線・補助面と計測点の位置関係等）が確認できるようにする。

1. 構造物工における多点計測技術を用いた場合の水平距離の算出方法（全長、支間長、通り、支間、幅）

例えば、計測すべき橋軸方向の中央・両端部及び寸法表示箇所の端部を構成する2箇所を選定し、寸法表示箇所に対する水平距離として算出する。また、端部を構成する2箇所は、端部を構成する面上から選点し、補助線・補助面等を用いて計測しても良い。

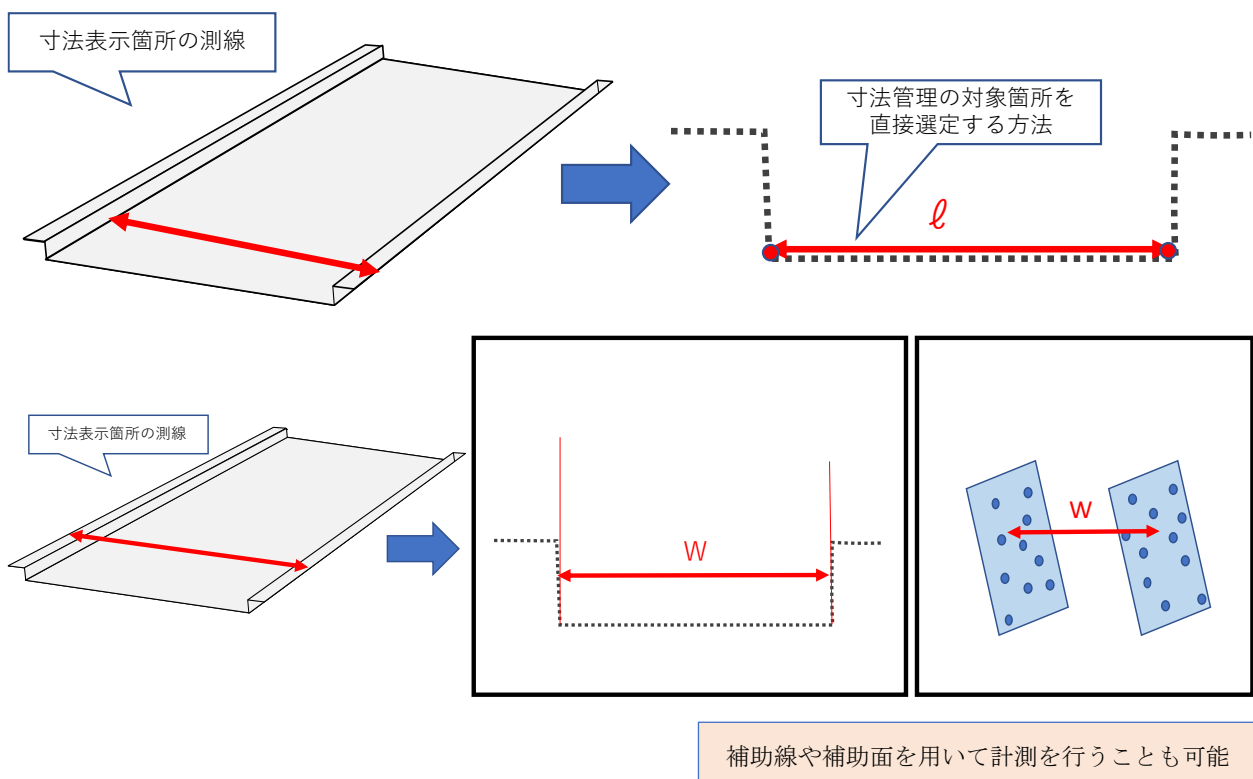


図14-1 構造物工における水平距離の算出方法

- ・ 補助線や補助面を使って計測を行う場合、補助線や補助面が平行ではない事があり、計測箇所により寸法が一定ではないため、計測箇所は、概ね管理断面上で計測を行う。また、具体的な管理箇所に関しては監督職員との協議のうえ決定とする。

2. 構造物工における計測時の要求精度について

要求精度は以下の表14-1を参照のこと。

表14-1 構造物工における計測時の要求精度

工種	測定項目	規格値	要求精度
橋梁架設工(鋼橋)	全長・支間長	$\pm (20+L/5)$	7mm 以下
	通り	$\pm (10+2L/5)$	3 mm以下
橋梁架設工(コンクリート橋)	全長・支間	—	7 mm以下
床版工	基準高▽	± 20	± 7 mm以下
	幅 W	0～+30	10 mm以下

3. 標定点・検証点の設置方法について

標定点は、計測対象範囲を包括するように設置する。外側標定点として撮影区域外縁(設置ない場合縁の内側)に 100m 以内の間隔となるように設置するとともに、内側標定点として天端上に 200m 間隔程度を目安に設置する。受注者は、利用する機器の特徴を十分に把握した上で、精度管理用の検証点を図のように、天端上に 200m 以内の間隔となるように設置する。計測範囲が狭い場合については、最低2箇所設置する。

標定点及び検証点の計測については、4級基準点及び3級水準点と同等以上の精度が得られる計測方法をとる。あるいは、工事基準点などの既知点からTSを用いて計測することができる。

また、現地にて精度確認試験を実施する場合の検証点については、天端上に 200m 以内の間隔となるように設置する。標定点として設置したものと交互になるようにすることが望ましい。計測範囲が狭い場合については、最低2箇所設置する。精度確認用の検証点は、標定点として利用しないこととする。

第15編 付帯道路施設工等編

参考資料-1 点群データを用いた寸法計測ガイド

点群データを用いた寸法計測ガイド

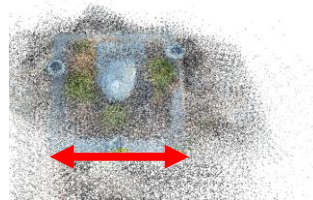
付帯道路施設工等で寸法計測による出来形管理を行う場合は、管理対象箇所のすべてを計測し、計測した点群データから出来形寸法を計測する。同時に、出来形寸法を計測した箇所がわかる寸法線を点群データ上に明示する。

幅の計測例



撮影

点群上で採寸したい箇所の
始点・終点を指定



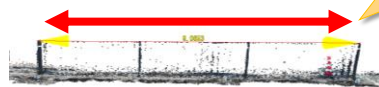
点群上で採寸したい箇所の
始点・終点を指定して
採寸

延長の計測例



撮影

採寸箇所と寸法を明示した写真を納品



延長を計測する区間の始
点・終点およびその中間
にある折れ点を指定して
総延長を採寸

高さ・深さの計測例



撮影



採寸箇所と寸法を明示した写真を納品

高さを計測する道路附属
物の頂部と、それが設置
されている基面上の点を
指定し、両者の標高差を
採寸

図15-1 点群からの寸法計測方法

参考資料-2 寸法計測の精度確認実施手順書及び試験結果報告書

寸法計測の精度確認実施手順書及び試験結果報告書（案）

本資料は、モバイル端末を幅、高さ、埋設深、延長の出来形管理に用いる場合についての精度確認手順などを定めたものである。

T L Sを用いる場合は「第2編 舗装工編」に記載のとおり、T L Sに関する精度確認を実施する。精度確認試験報告書は、「第2編 舗装工編 参考資料-1【従前の方法】」を参照の上、様式の測定精度の箇所に本編の測定基準値や構造物名、整理番号、管理項目を記載する。

また、T L Sの点群を補間する目的でモバイル端末により計測する時、計測箇所が出来形測定時の測定点に該当しない限りは、該当箇所について精度確認試験を実施しない。

1. 実施時期

付帯道路施設工等の計測毎に精度確認を実施する。

2. 試験方法

管理対象物付近に寸法が既知の標尺を設置する。標尺は、その長辺が出来形寸法の確認を行う測線と同じ向きになるように設置する。出来形管理対象物と標尺をともに1回の撮影・スキャンにて計測する。

3. 評価基準

計測結果を標尺の既知の寸法と比較し、その差が適正であることを確認する。

比較方法	精度確認基準	備考
・管理対象物付近に寸法が既知の標尺を設置する。 ・計測した点群の实在点から標尺の上端・下端の2点を選点する。標尺の寸法を2点間距離より算出し、既知の標尺寸法との差分を求める。 ・この寸法差が右で示す要求精度を満足している事を確認する。	■寸法計測精度（2点間距離） ±10mm 以内	

4. 実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

(様式)

精度確認試験結果報告書

〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名 : _____
受 注 者 名 : _____
作 成 者 : _____ 印

(1) 試験概要

測定日	〇〇年〇〇月〇〇日
測定条件	天候：晴れ 気温：8℃
測定場所	(株)〇〇〇〇構内道路改修工事にて
精度確認の対象機器	モバイル端末 メーカー：(株)ABC社 測定装置名称：〇〇〇〇 測定装置の製造番号：R00891
検証機器（真値を計測する測定機器）	標尺※モバイル端末を使用する場合、寸法が既知の標尺を測定箇所付近へ設置
精度確認方法	実際の寸法と点群上の寸法の差分

(2) 精度確認試験結果（詳細）

精度確認箇所 管理対象：路側防護柵工（ガードレール） 整理番号：No. 0～1 計測箇所：ビーム取り付け高さ  精度確認箇所 出来形計測時の寸法線
精度確認試験結果 既知の寸法：500mm 寸法既知の物体を点群上で測定した値：498mm 寸法精度（差分）：-2mm < ±10mm →合格

図15-2 精度確認試験結果報告書

参考資料-3 座標計測の精度確認実施手順書及び試験結果報告書

座標計測の精度確認実施手順書及び試験結果報告書（案）

本資料は、モバイル端末を基準高の出来形管理に用いる場合や、3次元座標について所定の精度を有する点群データの納品が必要となる場合についての精度確認手順などを定めたものである。

TLSを用いる場合は「第2編 舗装工編」に記載のとおり、TLSに関する精度確認を実施する。精度確認試験報告書は、「第2編 舗装工編 参考資料-1 【従前の方法】」を参照の上、様式の測定精度の箇所には本編の測定基準値や構造物名、整理番号、管理項目を記載する。

また、TLSの点群を補間する目的でモバイル端末により計測するとき、計測箇所が出来形測定時の測定点に該当しない限りは、該当箇所について精度確認試験を実施しない。

1. 実施時期

付帯道路施設工等の計測毎に精度確認を実施する。

2. 試験方法

管理対象物付近に3次元座標が既知の検証点を設置する。モバイル端末で出来形とともに検証点の計測を行う。計測された点群データから検証点の3次元座標を求め、既知の3次元座標と比較する。

3. 評価基準

検証点において、既知の3次元座標と点群データから求めた3次元座標の差分が精度確認基準を満足することを確認する。

比較方法	精度確認基準	備考
工事基準点等、3次元座標が既知の点の座標を計測点群から算出し、x, y, z各成分の計測精度が右で示す要求精度を満足する事を確認する。	■座標計測精度 1) 付帯道路施設工等の設置位置の把握に用いる場合 x, y, z各成分の誤差が ±100mm 以内 2) 付帯道路施設工等が建築限界に触れていないことの確認に用いる場合 x, y, z各成分の誤差が ±50mm 以内	左記1)～2)以外の用途に点群データを用いる場合は、用途に応じた精度確認基準を受発注者協議により定める。

4. 実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

(様式)

精度確認試験結果報告書

〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名 : _____
受 注 者 名 : _____
作 成 者 : _____ 印

(1) 精度確認試験結果 (概要)

精度確認試験実施年月	令和〇〇年〇〇月〇〇日
作業機関名	
実施担当者	
測定機器本体	メーカー : (株)ABC社 測定装置名称 : 〇〇〇〇 測定装置の製造番号 : R00891
測定条件	天候 : 晴れ 気温 : 25℃
測定場所および計測状況	〇〇〇〇 〇〇〇〇側道 工事現場
検証機器 (真値を計測する測定機器)	T S 機種名 : 〇〇〇 (級別 : 〇級)
精度確認方法	実際の寸法と点群上の寸法の差分
3次元点群データの用途	付帯道路施設工等が建築限界に触れていないことを確認

(2) 精度確認試験結果 (詳細)

①真値の計測結果 (3級T S)

管理対象 : 路側防護柵工 (ガードレール)

真値の計測結果 (T S等光波方式)		
x	y	z
44044.720	-11987.655	17.890

②点群計測結果



点群による計測結果		
x	y	z
44044.732	-11987.669	17.896

③差の確認 (測定精度)

座標値の差分		
Δx	Δy	Δz
0.002	0.001	0.006

x 成分 = 0.012m (12mm) ; 合格 (基準値±50mm 以内)
y 成分 = 0.014m (14mm) ; 合格 (基準値±50mm 以内)
z 成分 = 0.006m (6mm) ; 合格 (基準値±50mm 以内)

図 1 5 - 3 精度確認試験結果報告書

参考資料-4 付帯道路施設工等における出来形計測ガイド

付帯道路施設工等における出来形計測ガイド

付帯道路施設工等で3次元計測技術による出来形管理を実施する場合、出来形管理の測定は全て点群上で実施する。ここでは、測定を実施した点群のビューアー画像を出来形管理図表に活用するための方法を定めている。

1. 多点計測技術を用いた出来形管理対象点の抽出方法

3次元点群から、出来形管理する対象物を抽出する。抽出後は、図15-4で説明するように、測定箇所を選点する。測定箇所は、点群の見た目から測定箇所の選点をするか、補助線などにより管理箇所を推定するなどして決定する。

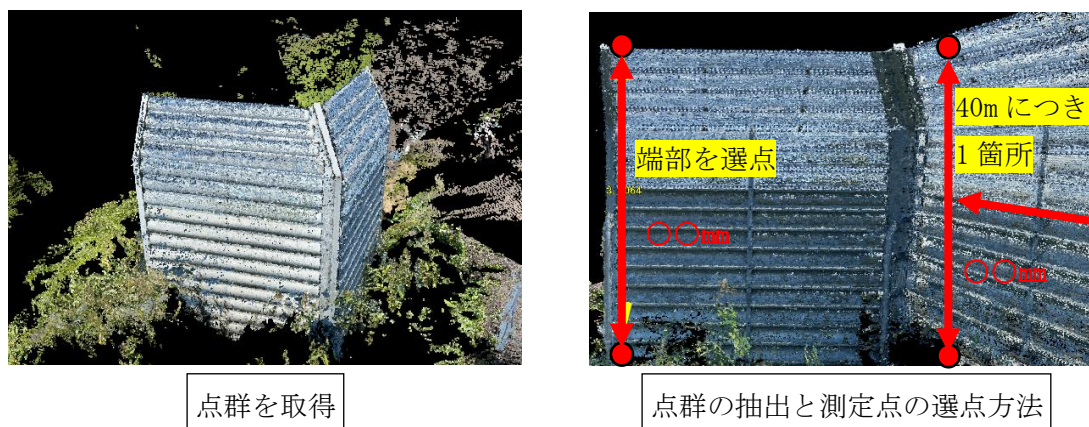


図15-4 出来形測定箇所の選点方法

2. 3次元設計データを用いない管理断面位置の点群抽出方法

3次元点群から、出来形管理する対象物の管理断面を抽出する方法（例）を下図で示す。

方法1：点群上で管理断面の座標を探索、その周辺を管理断面の点群として抽出する

（TSで測定した点を点群上に表示せず、点群上から管理断面付近を抽出）

方法2：丁張設置時の座標等より管理断面を抽出する

（TSで測定した点を点群上に表示し、点群上から管理断面付近を抽出）

方法3：現場で管理断面へマーカーを設置し、点群上のマーカー位置を管理断面とする

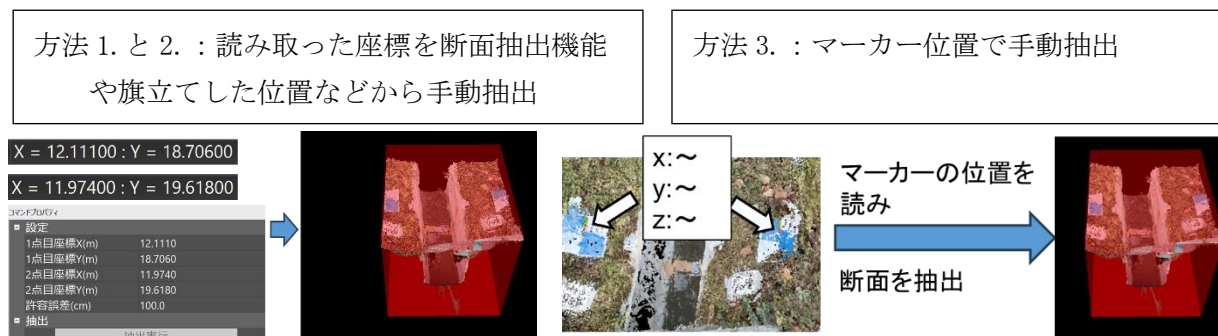
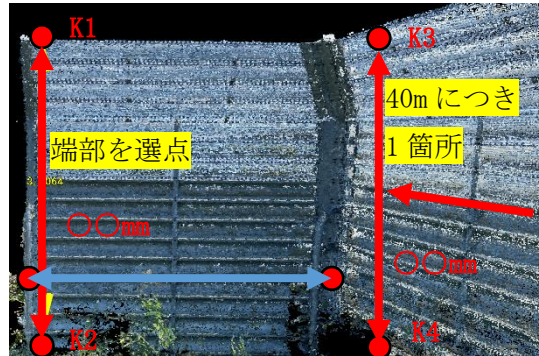


図15-5 管理断面の抽出方法（例）

3. 3次元計測技術による出来形管理における出来形測定箇所の掲示例



● : 出来形測定箇所の例

出来形管理図表には、道路台帳の整理番号と寸法測定箇所を記載。断面で管理する箇所には、座標一覧表が、施工箇所毎に管理する箇所には、道路台帳上の整理番号が現場内の位置を示す。

	点名	X	Y	Z
1	K1	〇〇	〇〇	〇〇
2	K2	〇〇	〇〇	〇〇
3	K3	〇〇	〇〇	〇〇
4	K4	〇〇	〇〇	〇〇

図15-6 出来形測定箇所の掲示例

参考資料-5 国土地理院で規定がないTS等光波方式の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

国土地理院で規定がないTS等光波方式の事前精度確認試験実施手順書（案）

1. 実施時期

精度確認試験は、現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用までにその精度確認試験を行うことが望ましい。

受注者は、本精度確認により、国土地理院で規定がないTS等光波方式にて所要の計測値が得られる場合に限り、これを確認した計測条件、計測距離の範囲内で、国土地理院で規定がないTS等光波方式を出来形計測に適用することができる。

2. 実施方法

①計測点の設定

計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に2点以上の計測点を設定する。

②TSによる計測

計測点にプリズムを設置する。プリズムを付けるピンポールには、先端が平らなものを用い、ピンポール先端が路面の窪みに刺さらないようにする。ピンポールの下に平滑で小さいプレートを設置してもよい。この場合プレートの厚みを高さ計測値から差し引く。

プリズムをTSで視準し3次元座標を計測する。

③国土地理院で規定がないTS等光波方式による計測

プリズム方式による計測完了後、望遠鏡のないタイプのものはプリズムを自動追尾する機能により3次元座標を計測する。

3. 評価基準

TSと国土地理院で規定がないTS等光波方式で計測した計測結果を比較し、その差が適正であることを確認する。

表15-1 精度確認試験での精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
TSと国土地理院で規定がないTS等光波方式の計測座標値の較差	平面座標 $\pm 10\text{mm}$ 以内 標高差 $\pm 10\text{mm}$ 以内	現場内2箇所以上

4. 実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

(様式)

精度確認試験結果報告書

〇〇年〇〇月〇〇日
工 事 名 : _____
受 注 者 名 : _____
作 成 者 : _____ 印

(1) 試験概要

測定日	〇〇年〇〇月〇〇日
測定条件	天候：晴れ 気温：8℃
測定場所	(株)〇〇〇〇工事 現場内
精度確認の対象機器	メーカー：(株)ABC社 測定装置名称：ABC-123 測定装置の製造番号：ABC0123
検証機器（真値を計測する測定機器）	TS 機種名：〇〇〇（級別：〇級）
精度確認方法	・TSと国土地理院で規定がないTS等光波方式の、検証点の各座標の較差
検証機器と検証点との距離	〇〇m

(2) 精度確認試験結果

検証点名：〇〇〇〇				
		x 座標	y 座標	z 座標
①真値の計測結果 (x, y, z)	1 点目	44044.720	-11987.655	17.890
	2 点目	44060.797	-11993.390	17.530
②国土地理院で規定がないTS等光波方式 による計測結果 (x', y', z')	1 点目	44044.722	-11987.656	17.893
	2 点目	44060.802	-11993.394	17.533
③差の確認（測定精度） (x', y', z') - (x, y, z)	1 点目	0.002	0.001	0.003
	2 点目	0.005	0.004	0.003
x 成分（最大）=0.005m（5mm）；合格（基準値±10mm 以内）				
y 成分（最大）=0.004m（4mm）；合格（基準値±10mm 以内）				
z 成分（最大）=0.003m（3mm）；合格（基準値±10mm 以内）				

参考資料-6 高さ補正機能付きRTK-GNSS測量機の精度確認ガイドライン及びチェックシート

(様式)

令和〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名 : _____

受 注 者 名 : _____

作 成 者 : _____ 印

高さ補正機能付きRTK-GNSS測量機の精度確認チェックシート

メーカー : _____

製品型番 : _____

製造番号 発光側 : _____

受光側 : _____

チェック 対象	視準距離 高低差 (m)	高さ計測点(m) (小数点第3位(mm単位)まで記入)		高さ計測値 の差(mm) ③ (=②-①)	規定値 (判断基準)	確認 結果				
		レベル (又はTS)	RTK-GNSS							
		① z 座標	② z 座標							
+側/-側 (上下限±5m)	水平距離	レベル/TS			「高さ計測値 の差(③欄)」 が、全 て ± 10mm以内か?					
	高低差									
本事前確認を実施した箇所 (例:設置した、又は後方交会した工事基準点)										
高さ補正装置のキャリブレーションの有無										

- 1) 「視準距離」は「RTK-GNSS、TS、巻き尺」等を利用して計測した距離を記入する。
- 2) 「高低差」は「RTK-GNSS、TS、巻き尺」等を利用して計測した高低差を±を付けて記入する。
- 3) 「確認結果」欄は、「高さ計測値の差 ③」欄の全ての値が「規定値(判断基準)」の記載を満足することを確認した場合に“○”と記入する。

＜参考＞従来型のRTK-GNSSを用いた出来形管理の留意点

1. RTK-GNSSの特徴

受注者は、RTK-GNSSの効果のみならず、次のようなリスクも含めた特徴をよく理解した上で、現場導入の可否、当該現場導入による効果の有無を確認する必要がある。

1) 計測値の再現性が劣る

RTK-GNSSは、同じ地点を同じ状態で計測しても、衛星や大気の変動等により、出来形管理上は無視できないほど大きく異なる計測値を示す場合がある。

2) 測定精度が求められる鉛直方向の精度が劣る

付帯道路施工等が出来形管理では、水平方向（幅、法長）より鉛直方向（高さ）の規格値の方が厳しく、より高い測定精度が求められるが、一般的に、RTK-GNSSの鉛直方向の誤差は水平方向の1.5倍の大きさである。

3) 現場周辺の影響を受ける

RTK-GNSSは、衛星を利用した測位技術のため、計測には5基以上（GPSとGLONASSを併用する場合は6基以上）から受信する必要があり、上空に遮蔽物があると、計測不可能となる場合がある。また、ビル等による反射波（マルチパス）がある場合も、計測不可能となる場合がある。

4) 衛星の移動の影響を受ける

衛星は移動することから、時間帯により受信可能な衛星数が増減したり、ある方角に偏った配置となったり、遮蔽物の影響を受けたりすることで、計測不可能となる時間帯が発生する場合がある。

2. 現地検査時の対応

検査時の現場における出来形検測で、高さの規格値を超過した場合、その場で、レベル又はTSにより再計測を行い確認する。

参考資料-7 G N S Sによる観測値の点検手順書及び点検記録簿

現場におけるG N S Sによる観測値の精度を確認するために、計測の開始時と終了時にG N S Sを用いた座標の計測を行い、観測値の点検を行う。なお、計測が10分程度未満の場合は、終了時に点検しなくてもよい。

【測定精度】

各座標値の較差 平面座標 $\pm 10\text{mm}$ 以内、標高差 $\pm 10\text{mm}$ 以内

【解説】

受注者は、計測の開始時と終了時にG N S Sを用いた座標の計測を行い、既知点などの真値と比較し、その差が適正であることを確認する。なお、計測が10分程度未満の場合は、終了時に点検しなくてもよい。

G N S Sによる観測値の点検手順書（案）

1. 実施時期

G N S Sによる観測値の点検は、計測ごとに行うこととする。点検は、連続する計測の開始時と終了時に実施する。なお、計測が10分程度未満の場合は、終了時に点検しなくてもよい。

2. 実施方法

現場に設置した既知点を使用し、G N S Sを用いた座標の計測を行う。

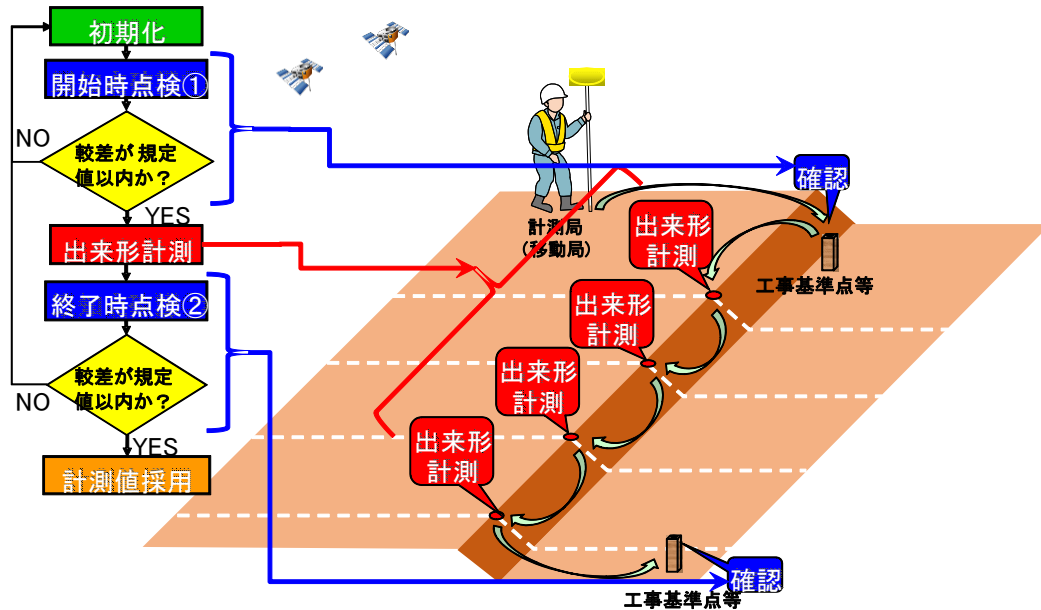


図15-7 点検の実施方法

3. 既知点の設置

真値となる既知点は、基準点あるいは、工事基準上などの既知点の座標値や、基準点及び工事基準点を用いて測量した座標値を利用する。

4. 評価基準

G N S Sによる計測結果を既知点などの真値と比較し、その差が適正であることを確認する。

表15-2 精度確認試験での精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
各座標値の較差	平面座標 ±10mm 以内 標高差 ±10mm 以内	計測の開始時と終了時 なお、計測が10分程度未満の場合は、終了時に点検しなくてもよい。

5. 実施結果の記録

観測値の点検結果を記録・提出する。

(様式)

令和〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名 : _____

受 注 者 名 : _____

作 成 者 : _____ 印

G N S Sによる観測値の点検記録簿

・ 観測値の点検記録

実施日		既知点		計測結果		座標間較差		判定基準
令和〇〇年〇〇月〇〇日	開始時	x	16027.322	x'	16027.320	Δx	-0.002 (-2mm)	$\Delta x \leq \pm 10\text{mm}$
		y	-88085.029	y'	-88085.024	Δy	-0.005 (-5mm)	$\Delta y \leq \pm 10\text{mm}$
		z	179.698	z'	179.688	Δz	-0.010 (-10mm)	$\Delta z \leq \pm 10\text{mm}$
	終了時	x	16011.757	x'	16011.750	Δx	-0.007 (-7mm)	$\Delta x \leq \pm 10\text{mm}$
		y	-88095.987	y'	-88095.987	Δy	0.000 (0mm)	$\Delta y \leq \pm 10\text{mm}$
		z	180.134	z'	180.137	Δz	0.023 (3mm)	$\Delta z \leq \pm 10\text{mm}$
令和〇〇年〇〇月〇〇日	開始時	x		x'		Δx		$\Delta x \leq \pm 10\text{mm}$
		y		y'		Δy		$\Delta y \leq \pm 10\text{mm}$
		z		z'		Δz		$\Delta z \leq \pm 10\text{mm}$
	終了時	x		x'		Δx		$\Delta x \leq \pm 10\text{mm}$
		y		y'		Δy		$\Delta y \leq \pm 10\text{mm}$
		z		z'		Δz		$\Delta z \leq \pm 10\text{mm}$
令和〇〇年〇〇月〇〇日	開始時	x		x'		Δx		$\Delta x \leq \pm 10\text{mm}$
		y		y'		Δy		$\Delta y \leq \pm 10\text{mm}$
		z		z'		Δz		$\Delta z \leq \pm 10\text{mm}$
	終了時	x		x'		Δx		$\Delta x \leq \pm 10\text{mm}$
		y		y'		Δy		$\Delta y \leq \pm 10\text{mm}$
		z		z'		Δz		$\Delta z \leq \pm 10\text{mm}$

※本様式で不足する場合は、本様式を複製し記載する。

参考資料-8 付帯道路施設工等の出来形管理に R T K - G N S S を用いる場合の事前精度確認試験 実施手順書及び試験結果報告書

R T K - G N S S の事前確認試験実施手順書（案）

1. 適用範囲

付帯道路施設工等の出来形計測において、R T K - G N S S を用いる場合に適用する。

2. 実施時期

精度確認試験は、現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用前にその精度確認試験を行うことが望ましい。

なお、この計測精度確認に加えて、計測毎の精度確認を「参考資料-7 G N S S による観測値の点検手順書及び点検記録簿」に従って実施する。

3. 実施方法

現場座標系のローカライゼーションを実施後、現場内の既知点または検証点に移動局を設置して、機器を静止した状態で、10epoch 観測を連続して 2 時間以上計測した結果を確認する。

検証点の計測については、4 級基準点及び 3 級水準点と同等以上の精度が得られる計測方法をとる。

現場内で樹木や構造物によって上空視界が悪く受信衛星数が少なくなることが懸念される箇所での使用は望ましくない。これらの箇所については T S 等の所要の計測精度を有する他の計測方法による補間計測を行うこととする。

4. 評価方法

$$\mu + 2 \sigma \leq \pm 10 \text{ mm} \quad ※$$

ここで、 μ : 標高較差の平均値

σ : 標高較差の標準偏差

5. 実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

(様式)

精度確認試験結果報告書

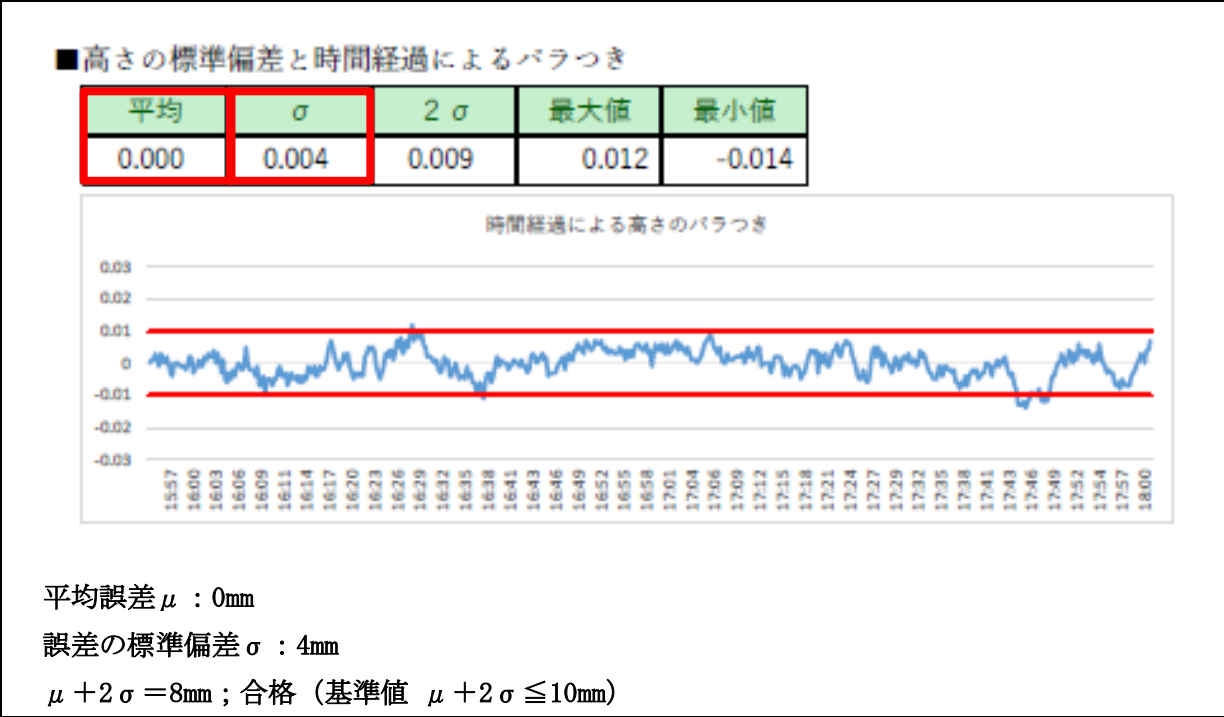
〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名 : _____
受 注 者 名 : _____
作 成 者 : _____ 印

(1) 試験概要

測定日	〇〇年〇〇月〇〇日
測定条件	天候：晴れ 気温：8℃
測定場所	〇〇工事 現場内
精度確認の対象機器	メーカー : (株)ABC社 測定装置名称：GNSS2000 測定装置の製造番号：R00891
検証機器（真値を計測する測定機器）	TS 機種名：〇〇〇 （級別：〇級）
精度確認方法	・ 既知点と標高計測値（2時間）の較差

(2) 精度確認試験結果



参考資料-9 TS（ノンプリズム方式）の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

現場におけるTS（ノンプリズム方式）の測定精度を確認するために、現場に設置した2箇所以上の計測点を設定し、TS（プリズム方式）とTS（ノンプリズム方式）で計測した計測結果精度確認試験を行う。

【測定精度】

計測範囲内で平面精度 $\pm 10\text{mm}$ 、鉛直精度 $\pm 10\text{mm}$ 以内

【解説】

受注者は、計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に2点以上の計測点を設定し、TS（プリズム方式）とTS（ノンプリズム方式）で計測した計測結果を比較し、その差が適正であることを確認する。

TS（ノンプリズム方式）の事前精度確認試験実施手順書（案）

1. 実施時期

精度確認試験は、現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用までにその精度確認試験を行うことが望ましい。

受注者は、本精度確認により、ノンプリズム方式にて所要の計測値が得られる場合に限り、これを確認した計測条件、視準距離の範囲内で、ノンプリズム方式を出来形計測に適用することができる。

2. 実施方法

①計測点の設定

計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に2点以上の計測点を設定する。

②TS（プリズム方式）による計測

計測点にプリズムを設置する。プリズムを付けるピンポールには、先端が平らなものを用い、ピンポール先端が路面の窪みに刺さらないようにする。ピンポールの下に平滑で小さいプレートを設置してもよい。この場合プレートの厚みを高さ計測値から差し引く。

プリズムをTSで視準し3次元座標を計測する。

③TS（ノンプリズム方式）による計測

プリズム方式による計測完了後、そのままプリズムを立てた状態を保ちながら、望遠鏡内の十字線をピンポールに沿わせて、ピンポール先端（石づき等）に合わせる。

ピンポールやプレートを計測点から外し、ノンプリズム方式にて3次元座標を計測する。

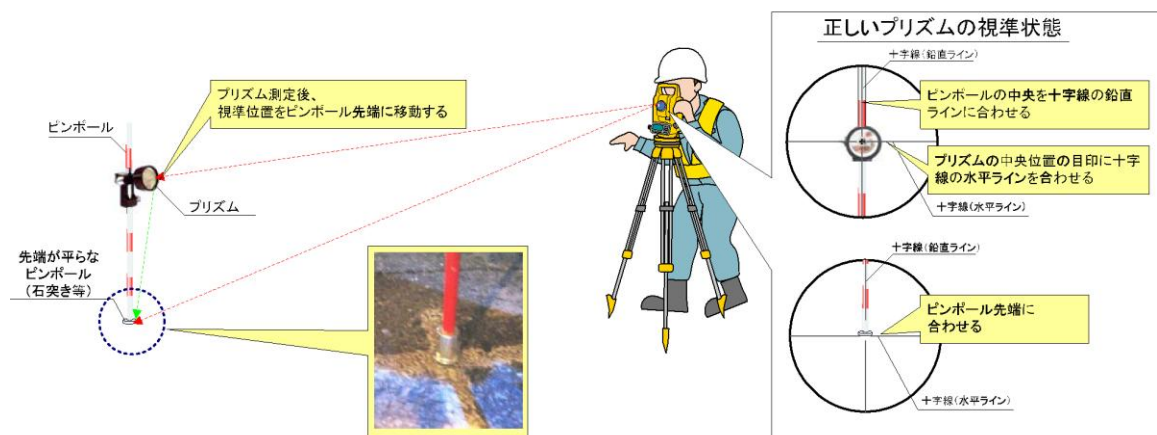


図15-8 プリズムを視準する位置

3. 評価基準

プリズム方式とノンプリズム方式で計測した計測結果を比較し、その差が適正であることを確認する。

表15-3 精度確認試験での精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
TS（プリズム方式）とTS（ノンプリズム方式）の計測座標値の較差	平面座標 ±10mm 以内 標高差 ±10mm 以内	現場内2箇所以上

4. 実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

（様式）

精度確認試験結果報告書

〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名 :
受 注 者 名 :
作 成 者 : 印

（1）試験概要

測定日	〇〇年〇〇月〇〇日
測定条件	天候：晴れ 気温：8℃
測定場所	〇〇工事 現場内
精度確認の対象機器	メーカー：(株)ABC社 測定装置名称：TS9800 測定装置の製造番号：T0123
検証機器（真値を計測する測定機器）	TS 機種名：〇〇〇（級別：〇級）
精度確認方法	・TS（プリズム方式）とTS（ノンプリズム方式） の、検証点の各座標の較差
検証機器と検証点との距離	〇〇m

（2）精度確認試験結果

検証点名：〇〇〇〇				
		x 座標	y 座標	z 座標
①真値の計測結果 (x, y, z)	1 点目	44044.720	-11987.655	17.890
	2 点目	44060.797	-11993.390	17.530
②TS（ノンプリズム方式）による計測結果 (x', y', z')	1 点目	44044.729	-11987.665	17.901
	2 点目	44060.812	-11993.404	17.543
③差の確認（測定精度） (x', y', z') - (x, y, z)	1 点目	0.009	0.010	0.011
	2 点目	0.015	0.014	0.013
x 成分（最大）=0.015m（15mm）；合格（基準値±20mm 以内） y 成分（最大）=0.014m（14mm）；合格（基準値±20mm 以内） z 成分（最大）=0.013m（13mm）；合格（基準値±20mm 以内）				

第16編 電線共同溝工編

参考資料-1 点群データを用いた寸法計測ガイド

点群データを用いた寸法計測ガイド

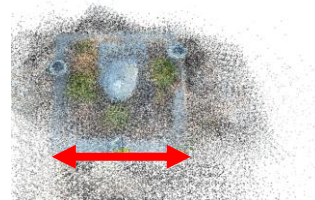
電線共同溝で寸法計測による出来形管理を行う場合は、管理対象箇所すべての計測し、計測した点群データから出来形寸法を計測する。同時に、出来形寸法を計測した箇所がわかる寸法線を点群データ上に明示する。

幅の計測例



撮影

点群上で採寸したい箇所の
始点・終点を指定



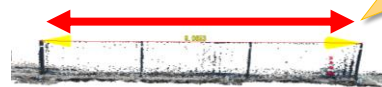
点群上で採寸したい箇所の
始点・終点を指定して
採寸

採寸箇所と寸法を明示した写真を納品

延長の計測例



撮影



延長を計測する区間の始
点・終点およびその中間
にある折れ点を指定して
総延長を採寸

採寸箇所と寸法を明示した写真を納品

高さ・深さの計測例



撮影



高さを計測する道路付属
物の頂部と、それが設置
されている基面上の点を
指定し、両者の標高差を
採寸

採寸箇所と寸法を明示した写真を納品

図16-1 点群からの寸法計測方法

参考資料-2 寸法計測の精度確認実施手順書及び試験結果報告書

寸法計測の精度確認実施手順書及び試験結果報告書（案）

本資料は、地上写真測量及びモバイル端末を埋設深、延長の出来形管理に用いる場合についての精度確認手順などを定めたものである。

1. 実施時期

電線共同溝の地上機器間毎に精度確認を実施する。

2. 試験方法

管理対象物付近に寸法が既知の標尺を設置する。出来形管理対象物と標尺をともに1回の撮影・スキャンにて計測する。

3. 評価基準

計測結果を標尺の既知の寸法と比較し、その差が適正であることを確認する。

比較方法	精度確認基準	備考
・管理対象物付近に寸法が既知の標尺を設置する。 ・計測した点群の实在点から標尺の上端・下端の2点を選点する。標尺の寸法を2点間距離より算出し、既知の標尺寸法との差分を求める。 ・この寸法差が右で示す要求精度を満足している事を確認する。	■ 寸法計測精度（2点間距離） ±10mm 以内	

4. 実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

(様式)

精度確認試験結果報告書

〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名 : _____
受 注 者 名 : _____
作 成 者 : _____ 印

(1) 試験概要

測定日	〇〇年〇〇月〇〇日
測定条件	天候：晴れ 気温：8℃
測定場所	(株)〇〇〇〇構内道路改修工事にて
精度確認の対象機器	モバイル端末 メーカー：(株)ABC社 測定装置名称：〇〇〇〇 測定装置の製造番号：R00891
検証機器（真値を計測する測定機器）	標尺※モバイル端末を使用する場合、寸法が既知の標尺を測定箇所付近へ設置
精度確認方法	実際の寸法と点群上の寸法の差分

(2) 精度確認試験結果（詳細）

精度確認箇所

管理対象：電線共同溝の管理工
管理断面：No. 0～1、もしくは、図内の基準点〇〇付近の箇所等
計測箇所：埋設深さ、延長



精度確認試験結果

既知の寸法：500mm
寸法既知の物体を点群上で採寸した値：498mm
寸法精度（差分）：-2mm < ±10mm →合格

参考資料-3 座標計測の精度確認実施手順書及び試験結果報告書

座標計測の精度確認実施手順書及び試験結果報告書（案）

本資料は、地上写真測量及びモバイル端末で取得した点群について、座標精度を確認する場合の精度確認手順などを定めたものである。

1. 実施時期

電線共同溝の計測毎に精度確認を実施する。

2. 試験方法

管理対象物付近に3次元座標が既知の検証点を設置する。地上写真測量及びモバイル端末で出来形とともに検証点の計測を行う。計測された点群データから検証点の3次元座標を求め、既知の3次元座標と比較する。

3. 評価基準

検証点において、既知の3次元座標と点群データから求めた3次元座標の差分が精度確認基準を満足することを確認する。

比較方法	精度確認基準	備考
工事基準点等、3次元座標が既知の点の座標を計測点群から算出し、 x 、 y 、 z 各成分の計測精度が右で示す要求精度を満足する事を確認する。	■座標計測精度 1) 電線共同溝の設置位置の把握に用いる場合 x 、 y 、 z 各成分の誤差が ±100mm 以内 2) 電線共同溝が建築限界に触れていないことの確認に用いる場合 x 、 y 、 z 各成分の誤差が ±50mm 以内	左記1)～2)以外の用途に点群データを用いる場合は、用途に応じた精度確認基準を受発注者協議により定める。

4. 実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

(様式)

精度確認試験結果報告書

〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名 : _____
受 注 者 名 : _____
作 成 者 : _____ 印

(1) 試験概要

測定日	〇〇年〇〇月〇〇日
測定条件	天候：晴れ 気温：8℃
測定場所	(株)〇〇〇〇構内道路改修工事にて
精度確認の対象機器	モバイル端末 メーカー：(株)ABC社 測定装置名称：〇〇〇〇 測定装置の製造番号：R00891
検証機器（真値を計測する測定機器）	標尺※モバイル端末を使用する場合、寸法が既知の標尺を測定箇所付近へ設置
3次元点群データの用途	電線共同溝が建築限界に触れていないことの確認
精度確認方法	実際の寸法と点群上の寸法の差分

(2) 精度確認試験結果（詳細）

①真値の計測結果（3級TS）

管理対象：電線共同溝の管路工（管路部）

真値の計測結果（TS等光波方式）		
x	y	z
44044.720	-11987.655	17.890

②点群計測結果



点群による計測結果		
x	y	z
44044.732	-11987.669	17.896

③差の確認（測定精度）

座標値の差分		
Δx	Δy	Δz
0.002	0.001	0.006

x成分=0.012m (12mm) ; 合格 (基準値±50mm 以内)
y成分=0.014m (14mm) ; 合格 (基準値±50mm 以内)
z成分=0.006m (6mm) ; 合格 (基準値±50mm 以内)

参考資料-4 電線共同溝工における出来形計測ガイド

電線共同溝工における出来形計測ガイド

電線共同溝工で3次元計測技術による出来形管理を実施する場合、出来形管理の測定は点群上でも実施できる。ここでは、測定を実施した点群のビューアー画像を出来形管理図表に活用するための方法を定めている。

1. 多点計測技術を用いた管理対象点の抽出方法

3次元点群から、出来形管理する対象物を抽出する。抽出後は、次の図で説明するように、測定箇所を選点する。測定箇所は、点群の見た目から測定箇所の選点をするか、補助線などにより管理箇所を推定するなどして決定する。



図16-2 出来形計測箇所の抽出と埋設深さ・延長の計測方法

2. 3次元設計データを用いない管理断面位置の点群抽出方法

3次元点群から、出来形管理する対象物の管理断面を抽出する方法（例）を下図で示す。

方法1：点群上で管理断面の座標を探索、その周辺を管理断面の点群として抽出する

（T Sで測定した点を点群上に表示せず、点群上から管理断面付近を抽出）

方法2：丁張設置時の座標等より管理断面を抽出する

（T Sで測定した点を点群上に表示し、点群上から管理断面付近を抽出）

方法3：現場で管理断面へマーカーを設置し、点群上のマーカー位置を管理断面とする

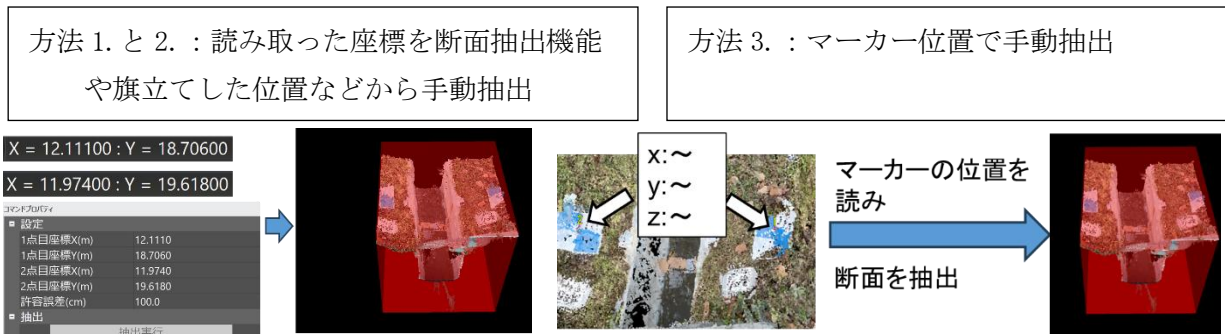


図16-3 管理断面の抽出方法（例）

3. 3次元計測技術による出来形管理における出来形測定箇所の例



	点名	X	Y	Z
16	H1	75369.489	38515.840	16.180
17	H2	75365.578	38520.343	15.870
18	H3	75366.344	38519.645	15.941

計測方法は従来と同様とし、
両肩からの埋設深さを平均
し埋設深さとする。
（従来計測が、両肩へロッド
を架けロッドの中央下端か
ら管の天頂を埋設深さとし
ている。）

図16-4 出来形測定箇所

参考資料-5 国土地理院で規定がないT S等光波方式の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

国土地理院で規定がないT S等光波方式の事前精度確認試験実施手順書（案）

1. 実施時期

国土地理院で規定がないT S等光波方式の精度確認は、現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用までにその精度確認試験を行うことが望ましい。

受注者は、本精度確認により、国土地理院で規定がないT S等光波方式にて所要の計測値が得られる場合に限り、これを確認した計測条件、計測距離の範囲内で、国土地理院で規定がないT S等光波方式を出来形計測に適用することができる。

2. 実施方法

①計測点の設定

計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に2点以上の計測点を設定する。

②T Sによる計測

計測点にプリズムを設置する。プリズムを付けるピンポールには、先端が平らなものを用い、ピンポール先端が路面の窪みに刺さらないようにする。ピンポールの下に平滑で小さいプレートを設置してもよい。この場合プレートの厚さを高さ計測値から差し引く。

プリズムをT Sで視準し3次元座標を計測する。

③国土地理院で規定がないT S等光波方式による計測

プリズム方式による計測完了後、望遠鏡のないタイプのものはプリズムを自動追尾する機能により3次元座標を計測する。

3. 評価基準

T Sと国土地理院で規定がないT S等光波方式で計測した計測結果を比較し、その差が適正であることを確認する。

表16-1 精度確認試験での精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
T Sと国土地理院で規定がないT S等光波方式の計測座標値の較差	平面座標 $\pm 10\text{mm}$ 以内 標高差 $\pm 10\text{mm}$ 以内	現場内2箇所以上

4. 実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

(様式)

精度確認試験結果報告書

〇〇年〇〇月〇〇日
工 事 名 : _____
受 注 者 名 : _____
作 成 者 : _____ 印

(1) 試験概要

測定日	〇〇年〇〇月〇〇日
測定条件	天候：晴れ 気温：8℃
測定場所	(株)〇〇〇〇工事 現場内
精度確認の対象機器	メーカー：(株)ABC社 測定装置名称：ABC-123 測定装置の製造番号：ABC0123
検証機器（真値を計測する測定機器）	TS 機種名：〇〇〇（級別：〇級）
精度確認方法	・TSと国土地理院で規定がないTS等光波方式の、検証点の各座標の較差
検証機器と検証点との距離	〇〇m

(2) 精度確認試験結果

検証点名：〇〇〇〇				
		x 座標	y 座標	z 座標
①真値の計測結果 (x, y, z)	1 点目	44044.720	-11987.655	17.890
	2 点目	44060.797	-11993.390	17.530
②国土地理院で規定がないTS等光波方式 による計測結果 (x', y', z')	1 点目	44044.722	-11987.656	17.893
	2 点目	44060.802	-11993.394	17.533
③差の確認（測定精度） (x', y', z') - (x, y, z)	1 点目	0.002	0.001	0.003
	2 点目	0.005	0.004	0.003
x 成分（最大）=0.005m（5mm）；合格（基準値±10mm 以内）				
y 成分（最大）=0.004m（4mm）；合格（基準値±10mm 以内）				
z 成分（最大）=0.003m（3mm）；合格（基準値±10mm 以内）				

参考資料-6 TS（ノンプリズム方式）の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

現場におけるTS（ノンプリズム方式）の測定精度を確認するために、現場に設置した2箇所以上の計測点を設定し、TS（プリズム方式）とTS（ノンプリズム方式）で計測した計測結果精度確認試験を行う。

【測定精度】

計測範囲内で平面精度±10mm、鉛直精度±10mm 以内

【解説】

受注者は、計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に2点以上の計測点を設定し、TS（プリズム方式）とTS（ノンプリズム方式）で計測した計測結果を比較し、その差が適正であることを確認する。

TS（ノンプリズム方式）の精度確認試験実施手順書（案）

1. 実施時期

精度確認試験は、現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用までにその精度確認試験を行うことが望ましい。

受注者は、本精度確認により、ノンプリズム方式にて所要の計測値が得られる場合に限り、これを確認した計測条件、視準距離の範囲内で、ノンプリズム方式を出来形計測に適用することができる。

2. 実施方法

①計測点の設定

計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に2点以上の計測点を設定する。

②TS（プリズム方式）による計測

計測点にプリズムを設置する。プリズムを付けるピンポールには、先端が平らなものを用い、ピンポール先端が路面の窪みに刺さらないようにする。ピンポールの下に平滑で小さいプレートを設置してもよい。この場合プレートの厚みを高さ計測値から差し引く。

プリズムをTSで視準し3次元座標を計測する。

③TS（ノンプリズム方式）による計測

プリズム方式による計測完了後、そのままプリズムを立てた状態を保ちながら、望遠鏡内の十字線をピンポールに沿わせて、ピンポール先端（石づき等）に合わせる。

ピンポールやプレートを計測点から外し、ノンプリズム方式にて3次元座標を計測する。



図16-5 プリズムを視準する位置

4. 評価基準

プリズム方式とノンプリズム方式で計測した計測結果を比較し、その差が適正であることを確認する。

表16-2 精度確認試験での精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
TS（プリズム方式）とTS（ノンプリズム方式）の計測座標値の較差	平面座標 ±10mm 以内 標高差 ±10mm 以内	現場内2箇所以上

5. 実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

(様式)

精度確認試験結果報告書

〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名 : _____
 受 注 者 名 : _____
 作 成 者 : _____ 印

(1) 試験概要

測定日	〇〇年〇〇月〇〇日
測定条件	天候：晴れ 気温：8℃
測定場所	〇〇工事 現場内
精度確認の対象機器	メーカー : (株)ABC 社 測定装置名称：T S 9800 測定装置の製造番号：T0123
検証機器（真値を計測する測定機器）	T S 機種名：〇〇〇 (級別：〇級)
精度確認方法	・ T S (プリズム方式) と T S (ノンプリズム方式) の、検証点の各座標の較差
検証機器と検証点との距離	〇〇m

(2) 精度確認試験結果

検証点名：〇〇〇〇				
		x 座標	y 座標	z 座標
①真値の計測結果 (x , y , z)	1 点 目	44044.720	-11987.655	17.890
	2 点 目	44060.797	-11993.390	17.530
②T S (ノンプリズム方式) による計測結果 (x' , y' , z')	1 点 目	44044.729	-11987.665	17.901
	2 点 目	44060.812	-11993.404	17.543
③差の確認（測定精度） (x' , y' , z') - (x , y , z)	1 点 目	0.009	0.010	0.011
	2 点 目	0.015	0.014	0.013
x 成分（最大）=0.015m (15mm) ; 合格（基準値±20mm 以内） y 成分（最大）=0.014m (14mm) ; 合格（基準値±20mm 以内） z 成分（最大）=0.013m (13mm) ; 合格（基準値±20mm 以内）				

参考資料-7 高さ補正機能付きRTK-GNSS測量機の精度確認ガイドライン及びチェックシート

(様式)

令和〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名 : _____

受 注 者 名 : _____

作 成 者 : _____ 印

高さ補正機能付きRTK-GNSS測量機の精度確認チェックシート

メーカー : _____

製品型番 : _____

製造番号 発光側 : _____

受光側 : _____

チェック 対象	視準距離 高低差 (m)	高さ計測点(m) (小数点第3位(mm単位)まで記入)		高さ計測値 の差(mm) ③ (=②-①)	規定値 (判断基準)	確認 結果				
		レベル (又はTS)	RTK-GNSS							
		① z 座標	② z 座標							
+側/-側 (上下限±5m)	水平距離	レベル/TS			「高さ計測値 の差(③欄)」 が、全 て ± 10mm以内か?					
	高低差									
本事前確認を実施した箇所 (例:設置した、又は後方交会した工事基準点)										
高さ補正装置のキャリブレーションの有無										

- 1) 「視準距離」は「RTK-GNSS、TS、巻き尺」等を利用して計測した距離を記入する。
- 2) 「高低差」は「RTK-GNSS、TS、巻き尺」等を利用して計測した高低差を±を付けて記入する。
- 3) 「確認結果」欄は、「高さ計測値の差 ③」欄の全ての値が「規定値(判断基準)」の記載を満足することを確認した場合に“○”と記入する。

<参考>

電線共同溝工の出来形管理基準の規格値（深さ方向）は、0～+50mmである。

規格値内に収めるためには、施工精度と測定精度（施工誤差と計測誤差）の合計値を収める必要がある。

規模の小さな工事も含めて広く普及を図ることを掲げている「TSを用いた出来形管理」では、測定精度を±10mm以内にすべく、3級TSで100m（2級TSで150m）の計測距離制限を設けており、求められる施工精度は従前の施工と同等としている。

RTK-GNSSは、規模の大きな現場において高い作業効率をもたらす反面、衛星を用いた測量技術特有の性質があり、利用に際しては、その特徴をよく把握して使用する必要がある。

そこで、以下に、RTK-GNSSを用いた出来形管理に際しての留意点を記載する。

1. RTK-GNSSの特徴

受注者は、RTK-GNSSの効果のみならず、次のようなリスクも含めた特徴をよく理解した上で、現場導入の可否、当該現場導入による効果の有無を確認する必要がある。

1) 計測値の再現性が劣る

RTK-GNSSは、同じ地点を同じ状態で計測しても、衛星や大気の変動等により、出来形管理上は無視できないほど大きく異なる計測値を示す場合がある。

2) 測定精度が求められる鉛直方向の精度が劣る

電線共同溝工の出来形管理では、水平方向（延長）より鉛直方向（埋設深さ）の規格値の方が厳しく、より高い測定精度が求められるが、一般的に、RTK-GNSSの鉛直方向の誤差は水平方向の1.5倍の大きさである。

つまり、鉛直方向の測定精度を注意深く管理する必要があり高さ補完機能を利用する必要がある。

3) 現場周辺の影響を受ける

RTK-GNSSは、衛星を利用した測位技術のため、計測には5基以上（GPSとGLONASSを併用する場合は6基以上）から受信する必要があるため、上空に遮蔽物があると、計測不可能となる場合がある。また、ビル等による反射波（マルチパス）がある場合も、計測不可能となる場合がある。

4) 衛星の移動の影響を受ける

衛星は移動することから、時間帯により受信可能な衛星数が増減したり、ある方向に偏った配置となったり、遮蔽物の影響を受けたり等することで、計測不可能となる時間帯が発生する場合がある。

2. 現地検査時の対応

検査時の現場における出来形検出で、高さの規格値を超過した場合、その場で、レベル又はTSにより再計測を行い確認する。

参考資料-8 G N S Sの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

G N S Sの精度確認試験実施手順書（案）

1．実施時期

精度確認試験は、現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用前にその精度確認試験を行うことが望ましい。

2．実施方法

現場内の2箇所以上の既知点を利用し、G N S Sによる計測結果から得られる既知点の座標を計測する。

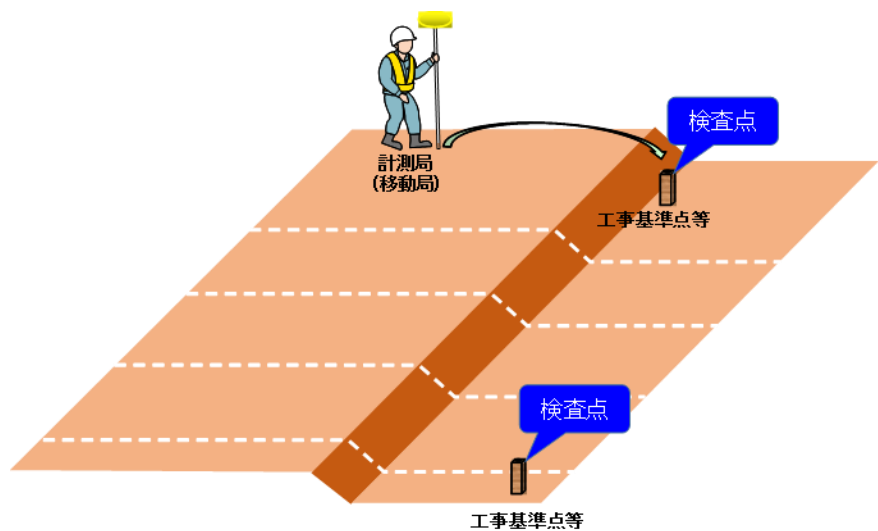


図 1 6 - 6 精度確認の実施方法

3．検査点の検測

真値となる検査点は、基準点あるいは、工事基準上などの既知点の座標値や、基準点及び工事基準点を用いて測量した座標値を利用する。

4．評価基準

計測結果を既知点などの真値と比較し、その差が適正であることを確認する。

表 1 6 - 3 精度確認試験での精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
各座標値の較差	平面座標 ±10mm 以内	現場内 2 箇所程度
	標高差 ±10mm 以内	

5．実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

(様式)

精度確認試験結果報告書

〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名 : _____
受 注 者 名 : _____
作 成 者 : _____ 印

(1) 試験概要

測定日	〇〇年〇〇月〇〇日
測定条件	天候：晴れ 気温：8℃
測定場所	〇〇工事 現場内
精度確認の対象機器	メーカー : (株)ABC社 測定装置名称：GNSS2000 測定装置の製造番号：R00891
検証機器（真値を計測する測定機器）	TS 機種名：〇〇〇 (級別：〇級)
精度確認方法	・ 検証点の各座標の較差

(2) 精度確認試験結果

検証点名：〇〇〇〇

		x 座標	y 座標	z 座標
①真値の計測結果 (x, y, z)	1点目	44044.720	-11987.655	17.890
	2点目	44060.797	-11993.390	17.530
②RTK 法又はネットワーク RTK 法で測定した位置座標 (x', y', z')	1点目	44044.710	-11987.654	17.880
	2点目	44060.788	-11993.385	17.521
③差の確認（測定精度） (x', y', z') - (x, y, z)	1点目	-0.010	-0.001	-0.010
	2点目	-0.009	-0.005	-0.009

x 成分（最大）=-0.010m (-10mm) ; 合格（基準値±10mm 以内）

y 成分（最大）=-0.005m (-5mm) ; 合格（基準値±10mm 以内）

z 成分（最大）=-0.010m (-10mm) ; 合格（基準値±10mm 以内）

参考資料-9 G N S Sによる観測値の点検手順書及び点検記録簿

現場におけるG N S Sによる観測値の精度を確認するために、計測の開始時と終了時にG N S Sを用いた座標の計測を行い、観測値の点検を行う。なお、計測が10分程度未満の場合は、終了時に点検しなくてもよい。

【測定精度】

各座標値の較差 平面座標 $\pm 10\text{mm}$ 以内、標高差 $\pm 10\text{mm}$ 以内

【解説】

受注者は、計測の開始時と終了時にG N S Sを用いた座標の計測を行い、既知点などの真値と比較し、その差が適正であることを確認する。なお、計測が10分程度未満の場合は、終了時に点検しなくてもよい。

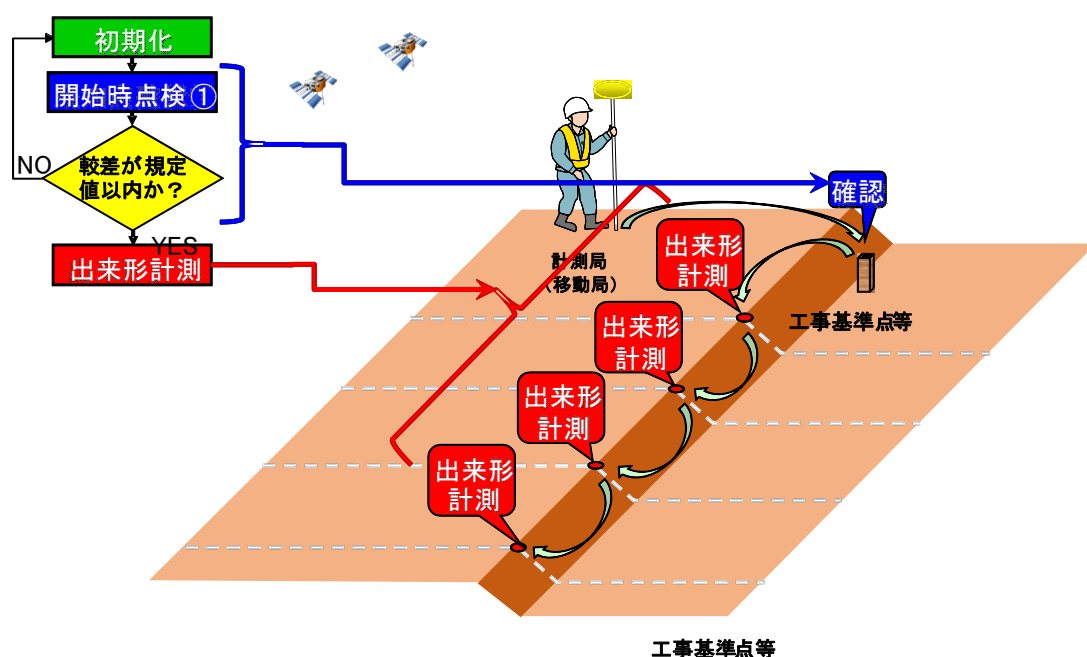


図16-7 G N S Sによる観測値の点検手順

G N S Sによる観測値の点検手順書（案）

1. 実施時期

G N S Sによる観測値の点検は、計測ごとに行うこととする。点検は、連続する計測の開始時と終了時に実施する。なお、計測時間が10分に満たない場合は、終了時の点検は任意とする。

2. 実施方法

現場に設置した既知点を使用し、G N S Sを用いた座標の計測を行う。

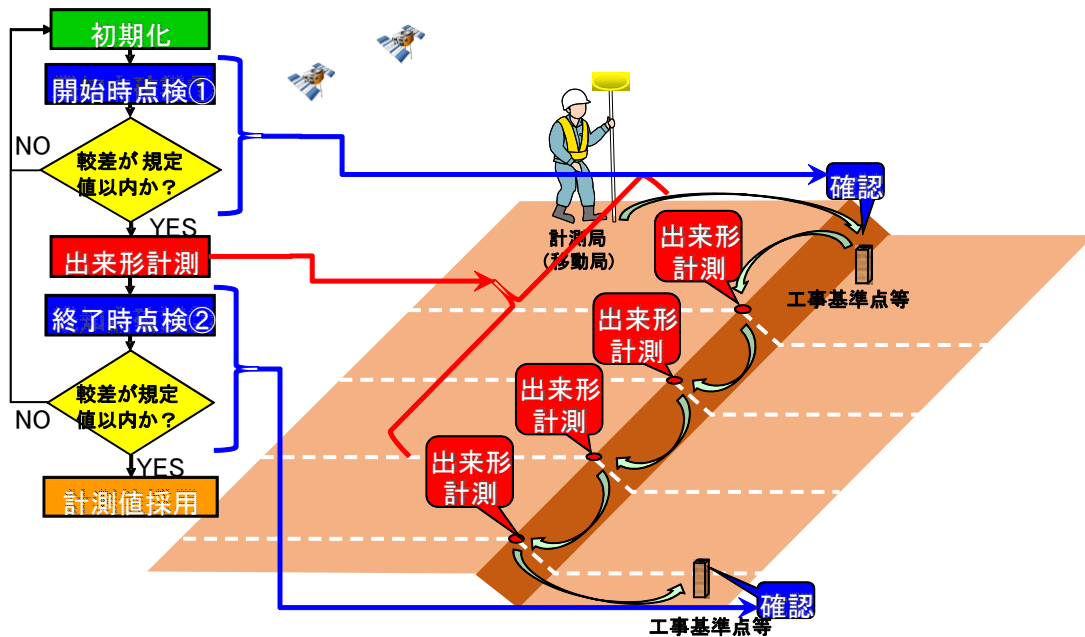


図16-8 点検の実施方法

3. 既知点の設置

真値となる既知点は、基準点あるいは、工事基準上などの既知点の座標値や、基準点及び工事基準点を用いて測量した座標値を利用する。

4. 評価基準

G N S Sによる計測結果を既知点などの真値と比較し、その差が適正であることを確認する。

表16-4 精度確認試験での精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
各座標値の較差	平面座標 $\pm 10\text{mm}$ 以内 標高差 $\pm 10\text{mm}$ 以内	計測の開始時と終了時 10分以内の計測の場合は、 終了時の点検を任意とする

5. 実施結果の記録

観測値の点検結果を記録・提出する。

(様式)

令和〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名 : _____
受 注 者 名 : _____
作 成 者 : _____ 印

G N S Sによる観測値の点検記録簿

・観測値の点検記録

実施日		既知点		計測結果		座標間較差		判定基準
令和〇〇年〇〇月〇〇日	開始時	x	16027.322	x'	16027.320	Δx	-0.002 (-2mm)	$\Delta x \leq \pm 10\text{mm}$
		y	-88085.029	y'	-88085.024	Δy	-0.005 (-5mm)	$\Delta y \leq \pm 10\text{mm}$
		z	179.698	z'	179.692	Δz	-0.006 (-6mm)	$\Delta z \leq \pm 10\text{mm}$
	終了時	x	16011.757	x'	16011.750	Δx	-0.007 (-7mm)	$\Delta x \leq \pm 10\text{mm}$
		y	-88095.987	y'	-88095.987	Δy	0.000 (0mm)	$\Delta y \leq \pm 10\text{mm}$
		z	180.134	z'	180.137	Δz	0.003 (3mm)	$\Delta z \leq \pm 10\text{mm}$
令和〇〇年〇〇月〇〇日	開始時	x		x'		Δx		$\Delta x \leq \pm 10\text{mm}$
		y		y'		Δy		$\Delta y \leq \pm 10\text{mm}$
		z		z'		Δz		$\Delta z \leq \pm 10\text{mm}$
	終了時	x		x'		Δx		$\Delta x \leq \pm 10\text{mm}$
		y		y'		Δy		$\Delta y \leq \pm 10\text{mm}$
		z		z'		Δz		$\Delta z \leq \pm 10\text{mm}$
令和〇〇年〇〇月〇〇日	開始時	x		x'		Δx		$\Delta x \leq \pm 10\text{mm}$
		y		y'		Δy		$\Delta y \leq \pm 10\text{mm}$
		z		z'		Δz		$\Delta z \leq \pm 10\text{mm}$
	終了時	x		x'		Δx		$\Delta x \leq \pm 10\text{mm}$
		y		y'		Δy		$\Delta y \leq \pm 10\text{mm}$
		z		z'		Δz		$\Delta z \leq \pm 10\text{mm}$

※本様式で不足する場合は、本様式を複製し記載する。

第17編 コンクリート堰堤工編

参考資料-1 コンクリート堰堤工における多点計測技術を用いた出来形算出ガイド

コンクリート堰堤工における多点計測技術を用いた出来形算出ガイド

コンクリート堰堤工において多点計測技術による出来形管理を行う場合は管理対象箇所すべての箇所で3次元座標値を取得し、出来形計測結果を算出する。同時に出来形計測結果の算出に使用した3次元座標値を残し、計測箇所を確認できるようにする。

1. コンクリート堰堤工における多点計測技術を用いた場合の幅（天端部、堤幅、水通し幅）の算出方法

計測箇所のコンクリート堰堤工に直交する測線から±100mmの範囲内で幅（天端部、堤幅、水通し幅）、控え長さ、厚さ、裏込厚さの端部を構成する2箇所を計測し、斜距離を算出する。また、端部を構成する2箇所は構成する面上から選点し、補助線等を用いて計測してもよい。

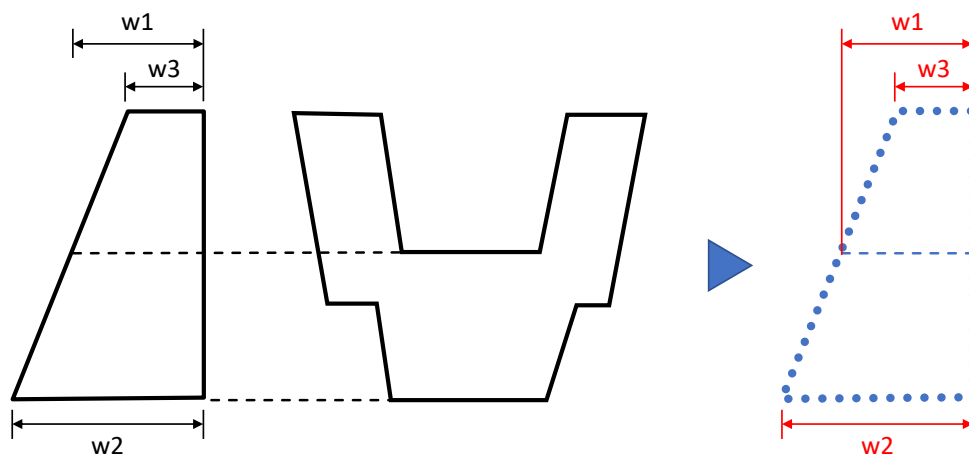


図17-1 幅（天端部 w_1 ・ w_3 、堤幅 w_2 ）の算出方法（砂防堰堤の場合）

2. コンクリート堰堤工における多点計測技術を用いた場合の堤長の算出方法

計測すべき測線上の延長を構成する端部の2箇所の3次元座標間の斜距離を用いる。2箇所以上の計測箇所を指定し分割もしくは、計測箇所2箇所の道のり距離（点群を含んだ斜距離）で計測する際には、3次元座標を結んだ斜距離の累積長さを堤長とする。

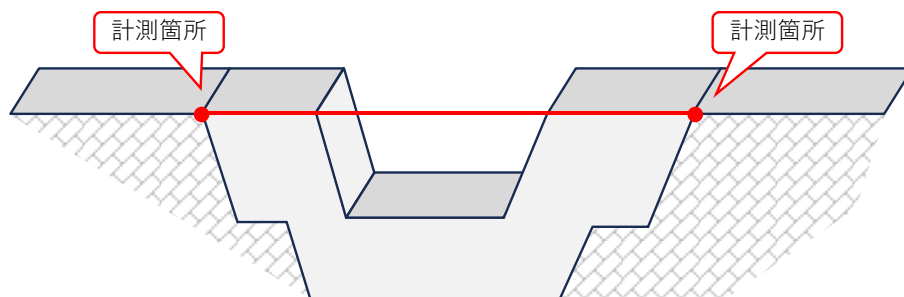


図17-2 堤長の算出方法

3. コンクリート堰堤工における多点計測技術を用いた場合の面取り部の算出方法（例）

コンクリート堰堤工において、計測箇所が面取りされている場合は、3次元座標値から生成する補助線間の距離により算出してもよい。

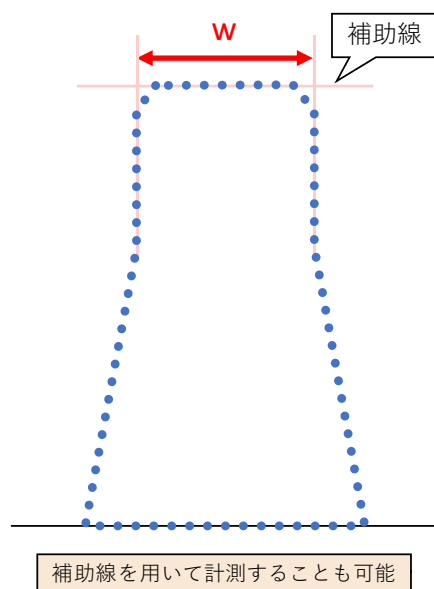


図17-3 多点計測技術を用いた場合の面取り部の算出方法（例）

4. コンクリート堰堤工における計測時の要求精度について

各管理項目における精度検証は、事前精度確認ではなく、計測時に設置した検証に使用する点の2点間距離を計測するものとし、要求精度は以下の表17-1を、精度確認方法については表17-2を参照のこと。

表17-1 コンクリート堰堤工における多点計測技術の要求精度

編	章	節	工種	測定項目	規格値	要求精度
砂防編	砂防堰堤	コンクリート堰堤工	コンクリート堰堤本体工	基準高	±30mm	±10mm
				天端部	－30mm	±10mm
				堤幅		
				水通し幅	±50mm	±15mm
			コンクリート副堰堤工	堤長	－100mm	±30mm
				基準高	±30mm	±10mm
				幅	－30mm	±10mm
				長さ	－100mm	±30mm
		コンクリート側壁工	水叩工	基準高	±30mm	±10mm
				幅	－100mm	±30mm
				厚さ	－30mm	±10mm
				延長	－100mm	±30mm

表17-2 コンクリート堰堤工における計測時の精度確認方法

計測技術		事前確認試験	検証点
単点計測技術	T S等光波方式	不要 (等級による確認) ※1	不要※1
	T S (ノンプリズム方式) ・ R T K－G N S S	必要	不要
多点計測技術	空中写真測量 (U A V)	不要	必要
	地上型レーザースキャナー	不要	必要※2
	地上移動体搭載型レーザースキャナー	必要	必要
	無人航空機搭載型レーザースキャナー	必要	必要

※1：検定機関が発行する有効な検定証明書あるいは測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書で確認する

※2：「T L Sの事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」の【従前の方法】による。

参考資料-2 コンクリート堰堤工における単点計測技術を用いた出来形算出ガイド

コンクリート堰堤工における単点計測技術を用いた出来形算出ガイド

コンクリート堰堤工にて単点計測技術による出来形管理を行う場合は管理対象箇所すべての箇所で3次元座標値を取得し、出来形計測結果を算出する。同時に出来形計測結果の算出に使用した3次元座標値を残し、計測箇所を確認できるようにする。

1. 単点計測技術を用いた場合の面取り部の算出方法（例）

計測箇所が面取りされている場合は、幅や高さなどの測定項目を構成する構造物の外形線上を計測し、その距離により算出してもよい。

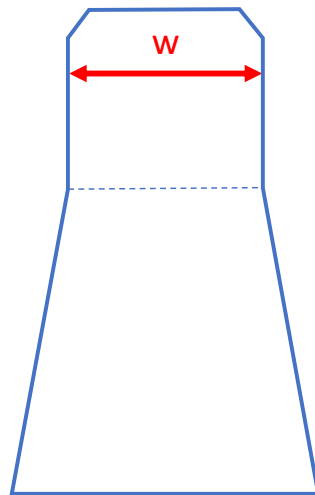


図17-4 単点計測技術を用いた場合の面取り部の算出方法（例）

2. コンクリート堰堤工における計測時の要求精度について

コンクリート堰堤工にて単点計測技術による出来形管理を行う場合は、下記の要求精度を満たすこととし、事前精度確認にて下記の要求精度を確認すること。

■要求精度

計測最大距離で、TSによるプリズム計測での計測値と、単点計測技術による計測値との差が平面方向（x, y）、鉛直方向（z）それぞれ以下の表の値となること。

表17-3 コンクリート堰堤工における単点計測技術の要求精度

編	章	節	工種	測定項目	規格値	要求精度
砂防編	砂防堰堤	コンクリート堰堤工	コンクリート堰堤本体工 コンクリート副堰堤工	基準高	±30mm	±3mm
				天端部 堤幅	－30mm	±3mm
				水通し幅	±50mm	±5mm
				堤長	－100mm	±10mm
			コンクリート側壁工	基準高	±30mm	±3mm
				幅	－30mm	±3mm
				長さ	－100mm	±10mm
			水叩工	基準高	±30mm	±3mm
				幅	－100mm	±10mm
				厚さ	－30mm	±5mm
				延長	－100mm	±10mm

(このページは両面印刷を想定した余白ページです)