

**RTK－GNSSを用いた
出来形管理の監督・検査要領**

（土工編）

（案）

令和5年3月

国 土 交 通 省

はじめに

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

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

また、近年はレーザーで距離の測定を行えるトータルステーション以外にも、面的な広範囲の計測が容易なレーザースキャナー技術や無人航空機（UAV）を用いた空中写真測量についても利用が進んでいる。そこで、情報化施工の項目のひとつとして、RTK-GNSSを利用した地形測量及び出来形測量・出来高算出方法を整理した。

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

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

なお、本要領は、施工者が行う施工管理に関する要領と併せて作成しており、施工管理については、「3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案） 第2編 土工編」を参照していただきたい。

目 次

1. 目 的	1
2. RTK-GNSS活用のメリット	1
2-1 工事目的物の品質確保	1
2-2 業務の効率化	2
3. 要領の対象範囲	2
4. 用語の説明	2
5. 監督職員の実施項目	2
5-1 施工計画書の受理・記載事項の確認	3
5-2 基準点の指示	5
5-3 設計図書の3次元化の指示（面管理の場合）	5
5-4 工事基準点等の設置状況の把握	5
5-5 基本設計データチェックシートの確認	5
5-6 3次元設計データチェックシートの確認（面管理の場合）	5
5-7 精度確認試験結果報告書の把握	5
5-8 出来形管理状況の把握	6
5-9 出来形管理状況の把握（面管理の場合）	6
6. 検査職員の実施項目	7
6-1 出来形計測に係わる書面検査	7
6-2 出来形計測に係わる実地検査	9
7. 管理基準及び規格値等	11
7-1 出来形管理基準及び規格値	11
7-2 品質管理及び出来形管理写真基準	12

（参考資料）

参考資料－1	14
通常工事と「RTK-GNSSを用いた出来形管理」における監督・検査要領との相違点比較一覧	
参考資料－2	16
基本設計データチェックシート	
参考資料－3	17
3次元設計データチェックシート	
参考資料－4	18
精度確認試験結果報告書	
参考資料－5	19
用語の説明	
参考資料－6	26
RTK-GNSSを用いた出来形管理の活用により期待される機能と導入効果	

RTK-GNSSを用いた出来形管理の監督・検査要領 (土工編)

1. 目 的

本要領は、RTK-GNSSを用いた出来形管理に係わる監督・検査業務に必要な事項を定め、監督・検査業務の適切な実施や更なる効率化に資することを目的とする。

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

2. RTK-GNSS活用のメリット

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

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

2-1 工事目的物の品質確保

- 1) **2次元データから基本設計データ等を作成するため、図面の照査が確実**
 - ・詳細については、「5-5 基本設計データチェックシートの確認」を参照。
- 2) **RTK-GNSSによる出来形計測は連続データとなるため、出来形が確実で確認が容易**
 - ・詳細（監督職員対応）については、「5-8 出来形管理状況の把握」を参照。
 - ・詳細（検査職員対応）については、「6-1 出来形計測に係わる書面検査」を参照。
- 3) **管理断面における変化点を全て計測すること、あるいは出来形を面的に計測することによる品質確保**
 - ・詳細については、「7-1 出来形管理基準及び規格値」を参照。
- 4) **出来形計測結果を用いた図面の作成による品質確保**
 - ・面的な計測結果（工事測量、出来形計測等）から図面作成や数量算出を行うため、設計変更内容が確実に反映され、再利用性の高い完成図が納品される。
- 5) **出来形を面的に計測することによる品質確保（面管理の場合）**
 - ・詳細については、「7-1 出来形管理基準及び規格値」を参照。
- 6) **面的な計測結果を用いた図面の作成及び数量算出による品質確保**
 - ・面的な計測結果（工事測量、出来形計測等）から図面作成や数量算出を行うため、設計変更内容が確実に反映され、再利用性の高い完成図が納品される。

2-2 業務の効率化

1) 基本設計データ等の作成による図面の照査が効率化

- ・詳細については、「5-5 基本設計データチェックシートの確認」を参照。

2) 3次元設計データの作成による図面の照査が効率化

- ・詳細については、「5-6 3次元設計データチェックシートの確認」を参照。

3) 実地検査における検査頻度を大幅に削減（計測データが連続データのため）

- ・詳細については、「6-2 出来形計測に係わる実地検査」を参照。

4) 写真管理基準の効率化が可能

- ・詳細については、「7-2 品質管理及び出来形管理写真基準」を参照。

3. 要領の対象範囲

本要領の対象範囲は、施工管理データ（3次元設計データ及び基本設計データ及び出来形計測データ）を搭載したRTK-GNSSを用いた道路土工・河川土工における出来形管理を対象とする。ここでRTK-GNSSとは、「RTK-GNSSを用いた出来形管理要領（土工編）」に規定する機能及び性能を有した出来形管理用RTK-GNSSのことである。

4. 用語の説明

用語の説明の内容は、参考資料－4に示す。

5. 監督職員の実施項目

本要領を適用したRTK-GNSSを用いた出来形管理についての監督職員の実施項目は、以下の項目とする。

受注者のRTK-GNSSによる 出来形管理作業フロー	監督職員の実施項目
	①施工計画書の受理・記載事項の確認 ・適用工種、出来形計測箇所、出来形管理基準・規格値・出来形管理写真基準等 ・使用機器・ソフトウェアについて施工計画書の記載を確認 ②基準点の指示 ・基準点の指示 ③設計図書の3次元化の指示（面管理の場合） ・3次元設計データに基づいた設計照査や出来形管理 ④工事基準点設置状況の把握 ・工事基準点の測量成果及び設置状況の把握 ⑤基本設計データチェックシートの確認 ・基本設計データが設計図書を基に正しく作成されていることを、基本設計データチェックシートにより確認 ⑥3次元設計データチェックシートの確認（面管理の場合） ・3次元設計データが設計図書を基に正しく作成されていることを、3次元設計データチェックシートにより確認 （通常工事の監督業務） ⑦出来形管理状況の把握 ・計測状況の把握

図－1 監督職員の実施項目

<本施工前及び工事施工中>

5-1 施工計画書の受理・記載事項の確認

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

1) 適用工種の確認

R T K－G N S Sによる出来形管理を実施する工種について表－ 1 の適用工種に該当していることを確認する。

表－ 1 適用工種

編	章	節	工種
共通編	土工※ 1	道路土工	掘削工
			路体盛土工 路床盛土工
			法面整形工
		河川・海岸・ 砂防土工	掘削工
			盛土工
			法面整形工
	一般施工	軽量盛土工	軽量盛土工
河川編	築堤・護岸	軽量盛土工	軽量盛土工
	樋門・樋管	軽量盛土工	軽量盛土工
	水門	軽量盛土工	軽量盛土工
	堰	軽量盛土工	軽量盛土工
	排水機場	軽量盛土工	軽量盛土工
	床止め・床固め	軽量盛土工	軽量盛土工
	河川修繕	軽量盛土工	軽量盛土工
河川海岸編	堤防・護岸	軽量盛土工	軽量盛土工
	突堤・人工岬	軽量盛土工	軽量盛土工
	養浜	軽量盛土工	軽量盛土工
砂防編	砂防堰堤	軽量盛土工	軽量盛土工
	流路	軽量盛土工	軽量盛土工
	斜面对策	軽量盛土工	軽量盛土工
道路編	道路改良	軽量盛土工	軽量盛土工
	橋梁下部	軽量盛土工	軽量盛土工
	道路維持	軽量盛土工	軽量盛土工
	道路修繕	軽量盛土工	軽量盛土工

※1：1箇所あたりの施工規模が 1,000m³ 以上となる土工区分に適用する。

2) 出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準等の確認

本要領の「7. 管理基準及び規格値等」に基づき記載されていることを確認する。

3) 使用機器・ソフトウェアの確認

出来形管理に使用する出来形管理用 R T K - G N S S 及び使用するソフトウェアについては、下記の項目及び方法で確認する。

①出来形管理用 R T K - G N S S 本体

出来形管理用 R T K - G N S S のハードウェアとして有する測定精度が国土地理院認定 1 級（2 周波）と同等以上かつ、出来形管理に必要な鉛直精度を満たす計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器であること。

国土地理院 認定 1 級（2 周波）と 同等以上	公称測定精度：±（20mm+2×10 ⁻⁶ ×D）※ ¹ 最小解析値：1mm
--------------------------------	---

※¹：D は計測距離（m），ppm は 10⁻⁶

出来形管理に必要な要求精度	4 級基準点と同等以上の基準点との較差が 平面 20mm 以内、鉛直 10mm 以内 ただし面管理を実施する場合は鉛直 30mm 以内
---------------	---

計測性能	国土地理院 1 級以上の認定品であることを示すメーカーカタログあるいは機器仕様書。 ※ ² , ※ ³
------	---

精度管理	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※ ⁴
------	---

※²：国土地理院において測量機器の検定機関として登録された第三者機関の発行する検定証明書、及びこれに準ずる日本測量機器工業会規格 JSIMA113 による 1 級（2 周波）以上であることを証明する検査成績書等により、国土地理院が定める測量機器分類の 1 級（2 周波）同等以上であることが明記されている場合は、1 級（2 周波）と同等以上と見なすことができ、国土地理院による登録は不要である。）

※³：検査成績書（1 年以内）に代えて、「高さ補完機能付き R T K - G N S S 測量機の精度確認ガイドライン」で確認した結果（1 年以内）を添付してもよい。（面管理の未実施の場合は不要）

※⁴：高さ補完機能の精度管理が適正に行われていることを証明する公的な検定制度及び校正証明書等はない場合、測量機器メーカーの発行する検査成績書（1 年以内）で確認することができる。検査成績書（1 年以内）に代えて、「高さ補完機能を有する R T K - G N S S 測量機の精度確認ガイドライン」で確認してもよい。（面管理のみ実施の場合は不要）

②使用するソフトウェア

出来形管理用 R T K－G N S S で利用するソフトウェアが「3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）土工編」に必要となるソフトウェアであることを確認すること。

基本設計データ作成ソフトウェア	施工計画書において使用するソフトウェア（ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン）を確認する。
出来形管理用 R T K－G N S S ソフトウェア	
出来形帳票作成ソフトウェア※	
3次元設計データソフトウェア（面管理の場合）	
点群処理ソフトウェア（面管理の場合）	
出来高算出ソフトウェア（面管理の場合）	

5-2 基準点の指示

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

5-3 設計図書の3次元化の指示（面管理の場合）

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

5-4 工事基準点等の設置状況の把握

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

5-5 基本設計データチェックシートの確認

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

5-6 3次元設計データチェックシートの確認（面管理の場合）

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

5-7 精度確認試験結果報告書の把握

監督職員は、受注者が実施（R T K－G N S S 計測を実施する前に行う）した R T K－G N S S の測定精度に関する資料を受理した段階で、出来形管理に必要な測定精度を満たす結果であることを把握する。

5-8 出来形管理状況の把握

監督職員は、出来形管理RTK-GNSSを用いた出来形計測時に、現場での機器設置や計測が適正に行われていることを把握する。把握程度は、1 工事 1 回とする。

5-9 出来形管理状況の把握（面管理の場合）

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

6. 検査職員の実施項目

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

＜工事検査時＞

6-1 出来形計測に係わる書面検査

1) 出来形管理用RTK-GNSSに係わる施工計画書の記載内容

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

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

2) 設計図書の3次元化に係わる確認（面管理の場合）

設計図書の3次元化の実施について、工事打合せ簿で確認する。

3) 出来形管理用RTK-GNSSを用いた出来形管理に係わる工事基準点等の測量結果等

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

4) 3次元設計データチェックシートの確認

3次元設計データが設計図書（工事測量の結果、修正が必要な場合は修正後のデータ）を基に正しく作成されていることを受注者が確認した「3次元設計データチェックシート」が、提出されていることを工事打合せ簿で確認する。

5) 高さ補完機能付きRTK-GNSS測量機に係わる精度確認結果報告書の確認

高さ補完機能付きRTK-GNSS測量機が適正な計測精度を満たしているかについて、受注者が確認した「高さ補完機能付きRTK-GNSS測量機の精度確認結果報告書」が、提出されていることを工事打合せ簿で確認する。

6) 出来形管理用RTK-GNSSを用いた出来形管理に係わる「出来形管理図表」の確認

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

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

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

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

とされている。

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

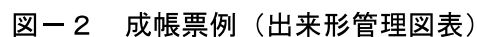
施工管理データ（XML ファイル）が、「工事完成図書の電子納品等要領」で定める「OTHS」フォルダに格納されていることを確認する。

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

様式-31

工 種	盛土工
種 別	

測定者 山田 太郎



樣式-31-2

出来形合否判定總括表

シフトウェア要求仕様書Ver. 3.0 対応

工 種	道路土工
-----	------

測点 No. 1~No. 3

種 別	数
-----	---

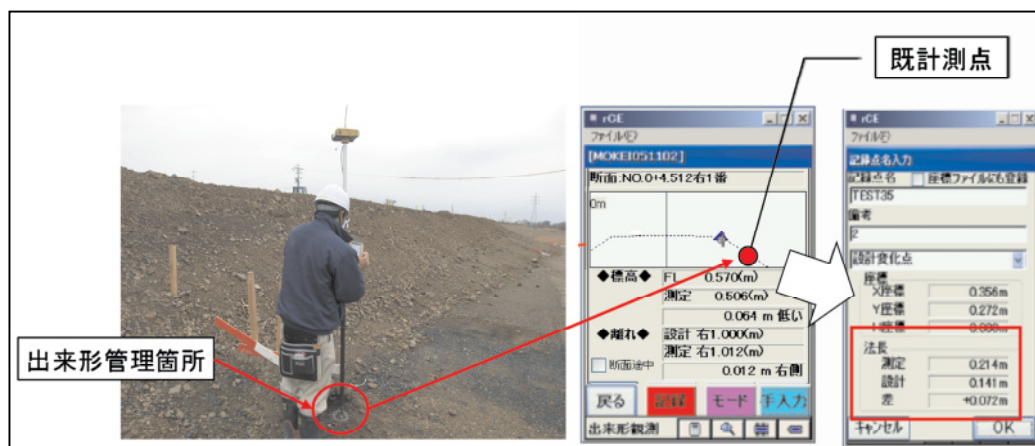
是否判定結果	異常值有
否	否

凡例:

8

6-2 出来形計測に係わる実地検査

検査職員は、施工管理データが搭載された出来形管理用RTK-GNSSを用いて、現地で自らが指定した管理断面の出来形計測を行い、規格値内であるかを検査する。



図－４ 出来形計測状況及び現場確認画面例

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

検査頻度は表－2のとおりとする。（ここでの断面とは厳格に管理断面を指すものではなく、概ね同一断面上の数か所の標高を計測することを想定している。）

表－１ 検査頻度

工 種	計測箇所	確認内容	検査頻度
河川土工	「7-1 出来形管理基準及び規格値」による	出来形管理図表の実測値との比較	1 工事につき 1 管理断面 (検査職員が指定する管理断面)

工 種	計測箇所	確認内容	検査頻度
道路土工	「7-1 出来形管理基準及び規格値」による	出来形管理図表の実測値との比較	1 工事につき 1 管理断面 (検査職員が指定する管理断面)

【面管理の場合】

表－２ 検査頻度（面管理の場合）

工 種	計測箇所	確認内容	検査頻度
河川土工	検査職員が指定する平場上あるいは天端上の任意の箇所	3 次元設計データの設計面と実測値との標高較差または水平較差	1 工事につき 1 断面

工 種	計測箇所	確認内容	検査頻度
道路土工	検査職員が指定する平場上あるいは天端上の任意の箇所	3 次元設計データの設計面と実測値との標高較差または水平較差	1 工事につき 1 断面

7. 管理基準及び規格値等

7-1 出来形管理基準及び規格値

本管理要領に基づく出来形管理基準及び規格値は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」に定められたものとし、測定値はすべて規格値を満足しなくてはならない。

なお、管理基準及び規格値に関する留意点としては、以下の項目がある。

- ①本要領を用いた施工管理の実施にあたっては、法面の小段部に、側溝工などの構造物が設置されるなど土工面が露出していない場合、小段部の出来形管理は、小段部に設置する工種の出来形管理基準及び規格値によることができる。
- ②出来形管理基準及び規格値に示される「個々の計測値」は、すべての測定値が規格値を満足しなくてはならない。本管理要領におけるすべての測定値が規格値を満足するとは、出来形評価用データのうち、99.7%が「個々の計測値」の規格値を満たすものをいう。

7-2 品質管理及び出来形管理写真基準

本管理要領に関する工事写真の撮影は、「写真管理基準(案)」に定められたものとする。なお、撮影の留意点としては、以下の項目がある。

- ①出来形管理状況の写真は、基準局の設置状況と出来形計測対象点上の移動局の設置状況が分かるものとし、特に移動局については、計測箇所上に正しく設置されていることが分かるように撮影すること。（遠景、近景等の工夫により撮影）
なお、ネットワーク型RTK-GNSSの場合、その旨を明記し、基準局の設置状況写真は不要とすることができる。
- ②被写体として写しこむ小黑板については、工事名・工種等・基準局設置位置及び出来形計測点（測点・箇所）を記述し、設計寸法・実測寸法・略図については省略してよい。



図－5 写真撮影例

参 考 資 料

参考資料－1 通常工事と「RTK－GNSSを用いた出来形管理」の監督・検査の相違点比較一覧

1－1 河川土工

1－2 道路土工

参考資料－2 基本設計データチェックシート

参考資料－3 3次元設計データチェックシート

参考資料－4 高さ補完機能付きRTK－GNSS測量機の精度確認結果報告書

参考資料－5 用語の説明

参考資料－6 RTK－GNSSを用いた出来形管理の活用により期待される機能と導入効果

参考資料1－1 通常工事と「RTK－GNSSを用いた出来形管理」の監督・検査の相違点比較一覧(河川土工)

【監督関係】

項目	通常工事における監督・検査基準等	RTK-GNSSを用いた出来形管理の監督・検査要領	RTK-GNSSを用いた出来形管理の監督・検査(面管理の場合)	備 考
1. 施工計画書の受理		要領5-1 施工計画書の受理・記載事項の確認 ①適用工種の確認 ②出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準等の確認 ③使用機器・ソフトウェアの確認	要領5-1 施工計画書の受理・記載事項の確認 ①適用工種の確認 ②出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準等の確認 ③使用機器・ソフトウェアの確認	・RTK-GNSSを用いた出来形管理に関する記載事項を確認する。
2. 監督職員の確認事項		要領5-5 基本設計データチェックシートの確認 ①基本設計データチェックシートの確認	要領5-3 設計図書の3次元化の指示 ①設計図書の3次元化の指示	・3次元設計データに基づいた設計照査や出来形管理、数量算出結果を受け取るために、設計図書を3次元化することを要注者に指示する。 ・基本設計データが設計図書を基に正しく作成されていることを、要注者が確認した「基本設計データチェックシート」により確認する。 ・3次元設計データが設計図書を基に正しく作成されていることを、要注者が確認した「3次元設計データチェックシート」により確認する。 ・高さ補完機能付きRTK-GNSSを用いた計測結果が適正な計測精度を満たしているかについて、要注者が実施した「高さ補完機能付きRTK-GNSS測量機の精度確認結果報告書」を把握する。 ・出来形管理図を確認し、出来形管理状況を把握する。

【検査関係】

項目	通常工事における監督・検査基準等	RTK-GNSSを用いた出来形管理の監督・検査要領	RTK-GNSSを用いた出来形管理の監督・検査(面管理の場合)	備 考
1. 出来形管理に関わる資料検査		要領6-1(4) 基本設計データチェックシートの確認 ・「基本設計データチェックシート」が提出され、監督職員が確認していることを、工事打合せ簿により確認 要領6-1(6) 高さ補完機能付きRTK-GNSS測量機に係わる精度確認結果報告書の確認 ・「高さ補完機能付きRTK-GNSS測量機の精度確認結果報告書」が提出されていることを、工事打合せ簿で確認 要領6-1(8) 電子成果品の確認 ・施工管理データ(XMLファイル)が、「工事完成図書の電子納品等要領」で定められていることを確認 要領7-2 品質管理及び出来形管理写真基準	要領6-1(2) 設計図書の3次元化に係わる確認 ・設計図書の3次元化の実施について、工事打合せ簿により確認 要領6-1(5) 3次元設計データチェックシートの確認 ・「3次元設計データチェックシート」が提出され、監督職員が確認していることを、工事打合せ簿により確認 要領6-1(8) 電子成果品の確認 ・出来形管理や数量算出の結果等の電子成果品が提出され、「工事完成図書の電子納品等要領」で定める「ICON」フォルダに格納されていることを確認 要領7-2 品質管理及び出来形管理写真基準	・3次元設計データに基づいた設計照査や出来形管理、数量算出結果を受け取るために、設計図書の3次元化の実施について工事打合せ簿で確認する。 ・RTK-GNSSを用いた出来形管理では、監督職員による「基本設計データチェックシート」の確認を工事打合せ簿で確認する。 ・RTK-GNSSを用いた出来形管理では、監督職員による「3次元設計データチェックシート」の確認を工事打合せ簿で確認する。 ・高さ補完機能付きRTK-GNSSを用いた計測結果が適正な計測精度を満たしているかについて、要注者から「高さ補完機能付きRTK-GNSS測量機の精度確認結果報告書」が提出されていることを工事打合せ簿で確認する。 ・施工管理データとは、「基本設計データ」及び「出来形計測データ」のことをいう。 ・面管理の場合の成果品は、出来形計測データ、3次元設計データ、計測点群データ、工事基準点、出来形管理資料である。 ・RTK-GNSSによる出来形の計測データは、連続的相関を持つデータであることから、最小限の確認を行うことで精度検証が可能のため、写真管理箇所を低減している。
2. 実地検査	地方整備局土木工事検査技術基準(案)別表第2出来形寸法検査基準 ・ランジャー等により実測による確認	要領6-2 出来形計測に係わる実地検査 ・RTK-GNSSによる計測により確認	要領6-2 出来形計測に係わる実地検査 ・RTK-GNSSによる計測により確認	・RTK-GNSSによる出来形の計測データは、連続的相関を持つデータであることから、最小限の確認を行うことで精度検証が可能のため、検査密度を低減している。

参考資料1-2 通常工事と「RTK-GNSSを用いた出来形管理」の監督・検査の相違点比較一覧(道路土工)

【監督関係】

項目	通常工事における監督・検査基準等	RTK-GNSSを用いた出来形管理の監督・検査要領	備 考
1. 施工計画書の受理		要領5-1 施工計画書の受理・記載事項の確認 ①適用工種の確認 ②出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準等の確認 ③使用機器・ソフトウェアの確認	•RTK-GNSSを用いた出来形管理に関する記載事項を確認する。
2. 監督職員の確認事項		要領5-5 基本設計データチェックシートの確認 ①基本設計データチェックシートの確認 要領5-6 3次元設計データチェックシートの確認 ①3次元設計データチェックシートの確認 要領5-7 精度確認試験結果報告書の把握 ①精度確認試験結果の把握 要領5-8 出来形管理状況の把握 ①RTK-GNSSによる出来形管理結果(出来形管理図表)による出来形管理状況の把握	•3次元設計データに基づいた設計照査や出来形管理、数量算出結果を受け取るために、設計図書を受注することを受注者に指示する。 •基本設計データが設計図書を基に正しく作成されていることを、受注者が確認した「基本設計データチェックシート」により確認する。 •3次元設計データが設計図書を基に正しく作成されていることを、受注者が確認した「3次元設計データチェックシート」により確認する。 •高さ補完機能付きRTK-GNSSを用いた計測結果が適正な計測精度を有しているかについて、受注者が実施した「高さ補完機能付きRTK-GNSS測量機の精度確認結果報告書」を把握する。 •出来形管理図を確認し、出来形管理状況を把握する。

【検査関係】

項目	通常工事における監督・検査基準等	RTK-GNSSを用いた出来形管理の監督・検査要領	備 考
1. 出来形管理に関わる資料検査		要領6-1-4) 基本設計データチェックシートの確認 •「基本設計データチェックシート」が提出され、監督職員が確認していることを、工事打合せ簿により確認 要領6-1-6) 高さ補完機能付きRTK-GNSS測量機に係る精度確認結果報告書の確認 •「高さ補完機能付きRTK-GNSS測量機の精度確認結果報告書」が提出されていることを工事打合せ簿で確認 要領6-1-8) 電子成果品の確認 •「施工管理データ(XMLファイル)」が、「工事完成図書の電子納品等要領」で定める「ICON」フォルダに格納されていることを確認 要領7-2 品質管理及び出来形管理写真基準	•3次元設計データに基づいた設計照査や出来形管理、数量算出結果を受け取るために、設計図書の3次元化の実施について工事打合せ簿で確認する。 •RTK-GNSSを用いた出来形管理では、監督職員による「基本設計データチェックシート」の確認を工事打合せ簿で確認する。 •RTK-GNSSを用いた出来形管理では、監督職員による「3次元設計データチェックシート」の確認を工事打合せ簿で確認する。 •高さ補完機能付きRTK-GNSSを用いた計測結果が適正な計測精度を有しているかについて、受注者から「高さ補完機能付きRTK-GNSS測量機の精度確認結果報告書」が提出されていることを工事打合せ簿で確認する。 •施工管理データとは、「基本設計データ」及び「出来形計測データ」のことをいう。 •面管理の場合の成果品は、出来形計測データ、3次元設計データ、計測点群データ、工事基準点、出来形管理資料である。 •RTK-GNSSによる出来形の計測データは、連続的相関を持つデータであることから、最小限の確認を行うことで精度検証が可能のため、写真管理箇所を低減している。
2. 実地検査	地方整備局土木工事検査技術基準(案)別表第2出来形寸法検査基準 ・ハンダー等により実測による確認	要領6-2 出来形計測に係る実地検査 •RTK-GNSSによる計測により確認 要領7-2 品質管理及び出来形管理写真基準	•RTK-GNSSによる出来形の計測データは、連続的相関を持つデータであることから、最小限の確認を行うことで精度検証が可能のため、検査密度を低減している。

工 種	検査内容	確認内容	検査頻度
共通	土工	200mにつき1箇所(ただし、施工延長基準高、幅、延長	200mにつき1箇所につき1断面

工 種	検査項目	検査頻度
掘削工	掘削工	掘削工
盛土工	盛土工	盛土工
路床	路床	路床
盛土工	盛土工	盛土工

工 種	検査項目	検査頻度
掘削工	掘削工	掘削工
盛土工	盛土工	盛土工
路床	路床	路床
盛土工	盛土工	盛土工

参考資料－2 基本設計データチェックシート

(様式－1)

平成 年 月 日

工 事 名 : _____

受 注 者 名 : _____

作 成 名 : _____ 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－3 3次元設計データチェックシート

(様式－1)

平成 年 月 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	3次元	・ 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 高さ補完機能付きRTK－GNSS測量機の精度確認結果報告書

平成 年 月 日

工 事 名：_____

受注会社名：_____

作 成 者：_____ 印

高さ補完機能付き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 (またはTS)	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、または後方交会した工事基準点)						
高さ補完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。

参考資料－５ 用語の説明

本要領で使用する用語を以下に解説する。

【T L S】

地上型レーザースキャナー（Terrestrial Laser Scanner）の略。1台の機械で指定した範囲にレーザを連続的に照射し、その反射波より対象物との相対位置（角度と距離）を面的に取得できる装置のことである。T Sのようにターゲットを照準して計測を行わないため、特定の変化点や位置を選択して計測することができない場合が多い。

【T S】

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

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

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

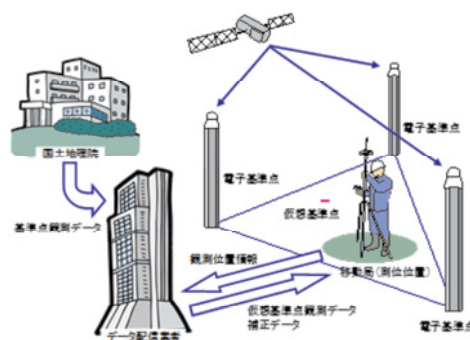
【RTK-GNSS（リアルタイムキネマティック）】

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



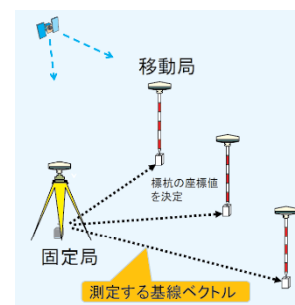
【ネットワーク型RTK-GNSS】

RTK-GNSSで利用する基地局を仮想点として擬似的に作成することで、基地局の設置を削減した計測方法のこと。全国に設置された電子基準点のデータを元に、移動局の近隣に仮想的に基地局を作成し、基地局で受信するデータを模倣的に作成する。これを移動局に配信することでRTK-GNSSを実施可能となる。このため、既知点の設置とアンテナは不要だが、仮想基準点の模倣的な受信データ作成とデータ配信、通信料に関する契約が別途必要となる



【キネマティック法】

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



【GNSSローバー】

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

【出来形管理用RTK-GNSS】

現場での出来形の計測や確認を行うために必要なRTK-GNSS、RTK-GNSSに接続された情報機器（データコレクタ、携帯可能なコンピュータ）、及び情報機器に搭載する出来形管理用RTK-GNSSソフトウェアの一式のことである。出来形管理用RTK-GNSSの性能については、本管理要領に示す機能及び性能を有していなければならない。広義の意味で、周辺ソフトウェア（基本設計データ作成ソフトウェア、出来形帳票作成ソフトウェア）も含めて称する場合もある。

【高さ補完機能】

高さ補完装置を用いて、鉛直方向の安定した計測値を得るための機能。

【epoch（エポック）】

1観測当たりの測定データの周期（取得数）。

通常、RTK法による3～4級基準点測量を行う場合、1秒毎に連続取得した10秒間で得られる10データの平均値を利用するが、これを、「10epoch 平均値」という。

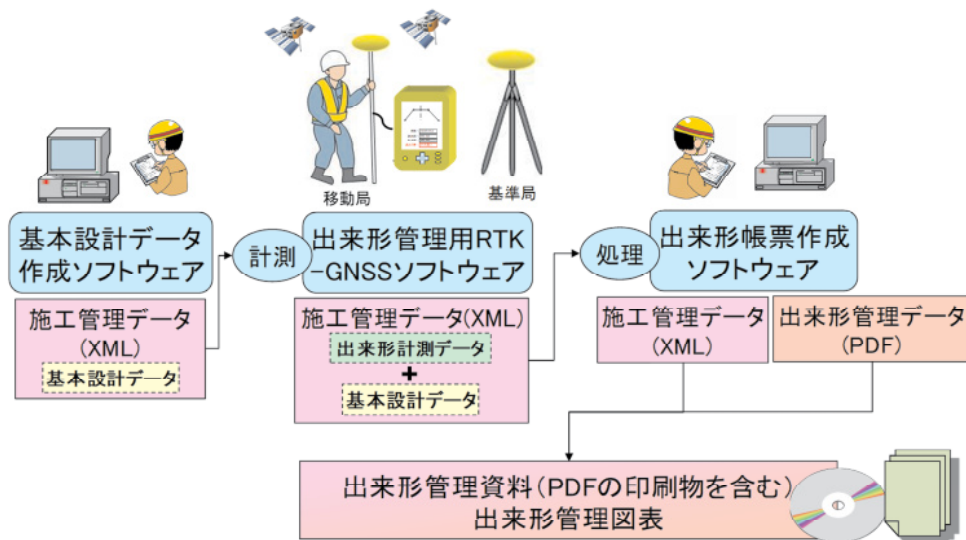


図 出来形管理用RTK-GNSSにおけるデータの流れ

【基本設計データ（XMLファイル）】

基本設計データとは、設計図書に規定されている工事目的物の形状、出来形管理対象項目、工事基準点情報及び利用する座標系情報などのことである。また、施工管理データから現場での出来形計測で得られる情報を除いたデータである。下図に基本設計データの幾何形状のイメージを示す。基本設計データの幾何形状とは、設計成果の線形計算書、平面図、縦断面図及び横断面図から仕上がり形状を抜粋し、3次元形状データ化したもので、(1)道路中心線形または法線（平面線形、縦断線形）、(2)出来形横断面形状で構成される。

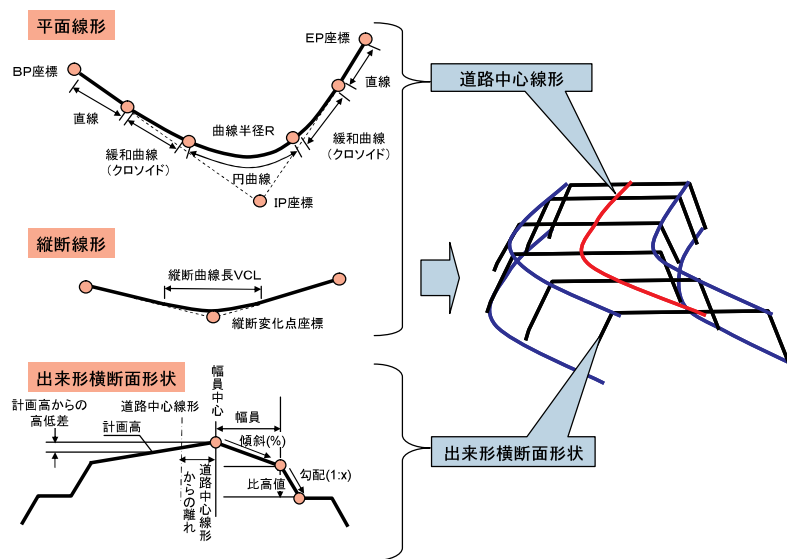


図 基本設計データのイメージ（道路土工の場合）

【3次元設計データ】

3次元設計データとは、基本設計データの幾何形状に、工事基準点情報及び利用する座標系情報など設計図書に規定されている工事目的物の形状とともに、それらをT I Nなどの面データで出力したものである。本要領では面管理を実施する際に利用する。

【T I N】

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

【3次元設計データの構成要素】

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

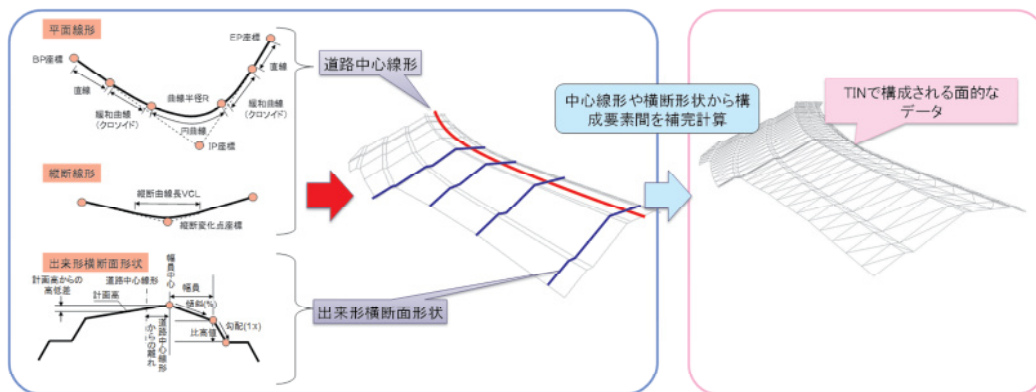


図 3次元設計データと作成するために必要な構成要素

【道路中心線形】

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

【法線】

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

【平面線形】

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

【縦断線形】

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

【測点】

工事開始点からの平面線形上での延長距離の表現方法のひとつで、縦断計画高や構築形状の位置管理などに用いられる。（ex:No. 20+12.623）

【累加距離標】

路線等に沿った始点からの水平距離（標）。各測点間の距離（短距離）を順次合計していき、追加距離を加えることで、各点における累加距離標を求める。

【出来形横断面形状】

平面線形に直交する断面での、土工仕上がり、法面等の形状である。現行では、横断図として示されている。

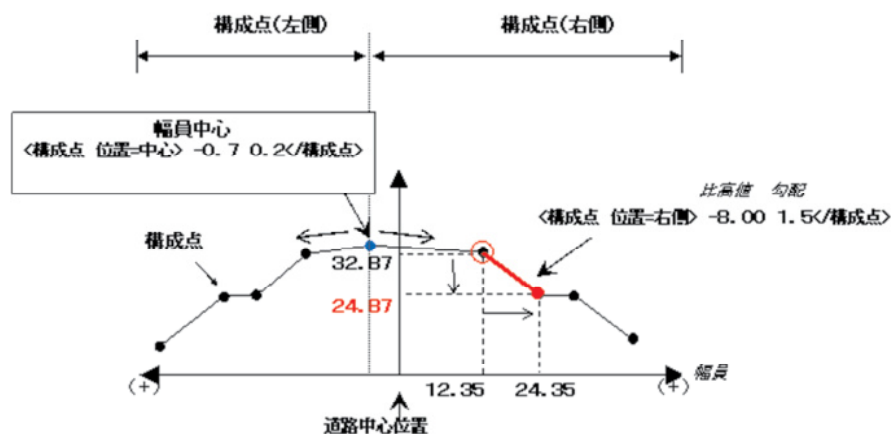


図 出来形横断面形状の一例（道路土工の場合）

【出来形計測データ（XMLファイル）】

出来形管理用RTK-GNSSで計測した3次元座標値及び計測地点（法肩や法尻など）の記号を付加したデータのことをいう。出来形計測データと基本設計データとの対比により、出来形管理を行う。

出来形計測対象点の記号は、基本設計データ作成時に作成者により下図のように設定され、出来形計測時は出来形管理用RTK-GNSS上でこれを選択して利用する。

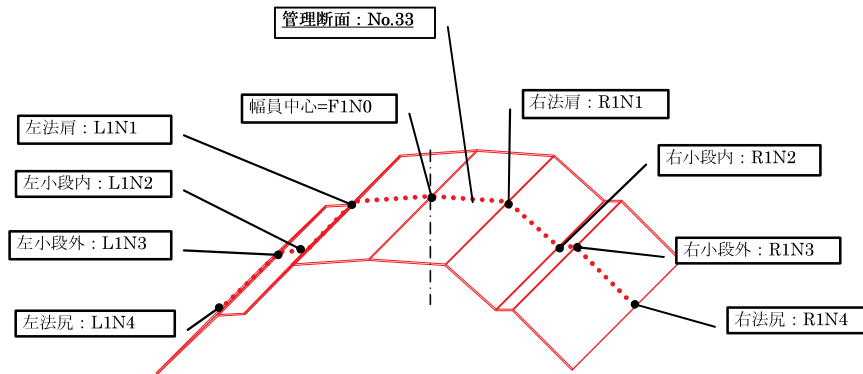


図 出来形計測時 出来形計測対象点の付け方（例）（道路土工の場合）

【計測点群データ（ポイントファイル）】

出来形管理用RTK-GNSSでランダムに計測した地形や地物を示す3次元座標値の点群データ。CSVやLandXML、LASなどで出力される点群処理ソフトウェアなどでのデータ処理前のポイントのデータであり、本要領では面管理を実施する際に利用する。

【施工管理データ（XMLファイル）】

施工管理データとは、本管理要領の出来形管理に必要なデータの総称であり、「基本設計データ」及び「出来形計測データ」のことをいう。

【基本設計データ作成ソフトウェア】

従来の紙図面等から判読できる道路中心線形または法線、横断形状等の数値を入力することで、施工管理データのうちの基本設計データを作成することができるソフトウェアの総称。

【出来形管理用RTK-GNSSソフトウェア】

出来形管理用RTK-GNSSの情報機器（データコレクタ、携帯可能なコンピュータ）に搭載されたソフトウェア。基本設計データを入力することで、現場において効率的に出来形計測が行える情報を提供するとともに、計測結果を施工管理データ（基本設計データと出来形計測データのXML形式）として出力することができる。出来形管理用RTK-GNSSソフトウェアは、「出来形管理用RTK-GNSS機能要求仕様書」に規定する機能を有していなければならないが、現時点で未策定であるために、「出来形管理用トータルステーション機能要求仕様書」に規定する機能を有していればよいものとする。

【出来形管理データ（PDFファイル）】

「出来形帳票作成ソフトウェア」により作成する「出来形管理図表」のことをいう。「出来形帳票作成ソフトウェア」で作成する出来形帳票は、PDF形式で出力することができる。

【出来形帳票作成ソフトウェア】

基本設計データと出来形計測データから、出来形帳票の自動作成と出来形管理データ（PDFファイル）及び施工管理データ（XMLファイル）※1の出力が可能なソフトウェアの総称。

※1 同一点で複数回計測した出来形計測データを持つ場合は、帳票作成に用いるデータを選定し、また、計測座標値とセットの出来形管理箇所（法肩、法尻等）が間違っている場合は修正し、最終成果として出来形帳票を作成する為に使用したもの。

【出来形評価用データ（ポイントファイル）】

出来形管理用RTK-GNSSで計測した計測点群データから不要な点を削除し、さらに出来形管理基準を満たすポイントデータである。専ら出来形の評価と出来形管理資料に供する。

【出来形計測データ（TINファイル）】

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

【起工測量計測データ（TINファイル）】

出来形管理用RTK-GNSSで計測した計測点群データから不要な点を削除し、不等三角網の面の集合体として着工前の地形としての面を構築したデータのことをいう。数量算出に利用する。

【岩線計測データ（TINファイル）】

出来形管理用RTK-GNSSで計測した計測点群データから不要な点を削除し、不等三角網の面の集合体として岩区分境界としての面を構築したデータのことをいう。数量算出に利用する。

【出来形管理資料】

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

【点群処理ソフトウェア】

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

【3次元設計データ作成ソフトウェア】

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

【面管理用帳票作成ソフトウェア】

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

【出来高算出ソフトウェア】

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

【オリジナルデータ】

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

【工事基準点】

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

【ローカライゼーション（座標変換）】

G N S S座標系を現場座標系に変換すること。現場座標系と G N S S 座標系の間にはズレがあるが、ローカライゼーションを実施することで、G N S S座標を現場座標へ変換するテーブルが作成され、以降は、G N S S座標の計測値より自動的に現場座標の計測値が得られる。

【面管理】

面管理とは、出来形管理の計測範囲において、1m 間隔以下（1 点/ m^2 以上）の点密度が確保できる出来形計測を行い、3次元設計データと計測した各ポイントのとの離れを算出し、出来形の良否を面的に判定する管理手法である。

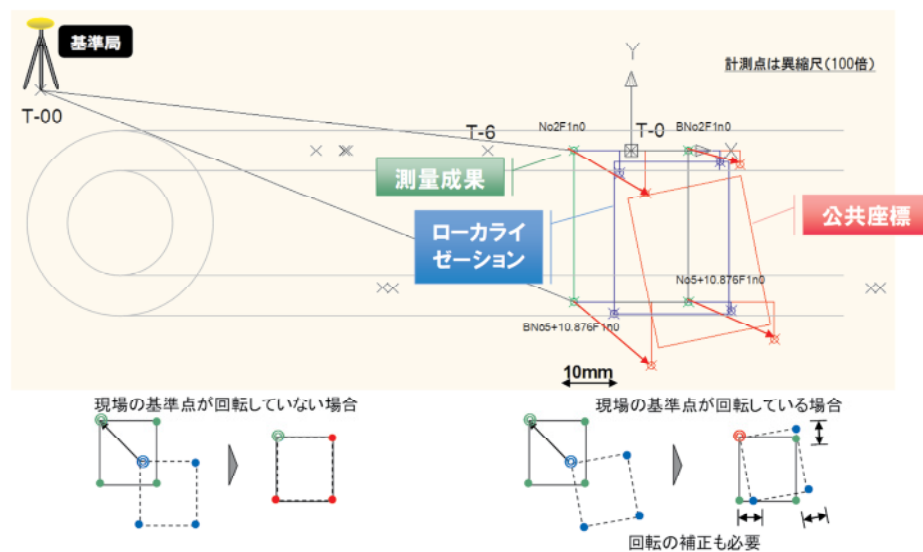


図 ローカライゼーションのイメージ

参考資料－6 RTK－GNSS出来形管理の活用により期待される機能と導入効果

