

第5章 暗渠排水工

第1 3次元出来形管理技術の適用範囲

暗渠排水工における出来形管理技術の適用範囲は表5－1のとおりとする。

表5－1 出来形管理技術の適用範囲

1 断面管理の場合

出来形管理技術	工種	出来形管理項目	施工規模
・TS等光波方式 ・RTK-GNSS	・吸水渠 ・集水渠 ・導水渠	布設深さ、間隔及び施工延長に代えて、布設標高較差、中心線のズレ及び水平方向延長を管理	1ほ場ごとにおける施工延長が10a当たり100m以上かつ対象とする施工延長が1.1km以上

2 面管理の場合

出来形管理技術	工種	出来形管理項目	施工規模
・施工履歴データ	・吸水渠 ・集水渠 ・導水渠	布設深さ、間隔及び施工延長に代えて、掘削底面標高	1ほ場ごとにおける施工延長が10a当たり100m以上かつ対象とする施工延長が1.1km以上

第2 出来形管理基準及び規格値

1 断面管理の場合

図5-1に示すとおり、計測した出来形計測点の3次元座標値と設計データの比較により出来形管理を行う。測定項目及び規格値は表5-2のとおりとする。

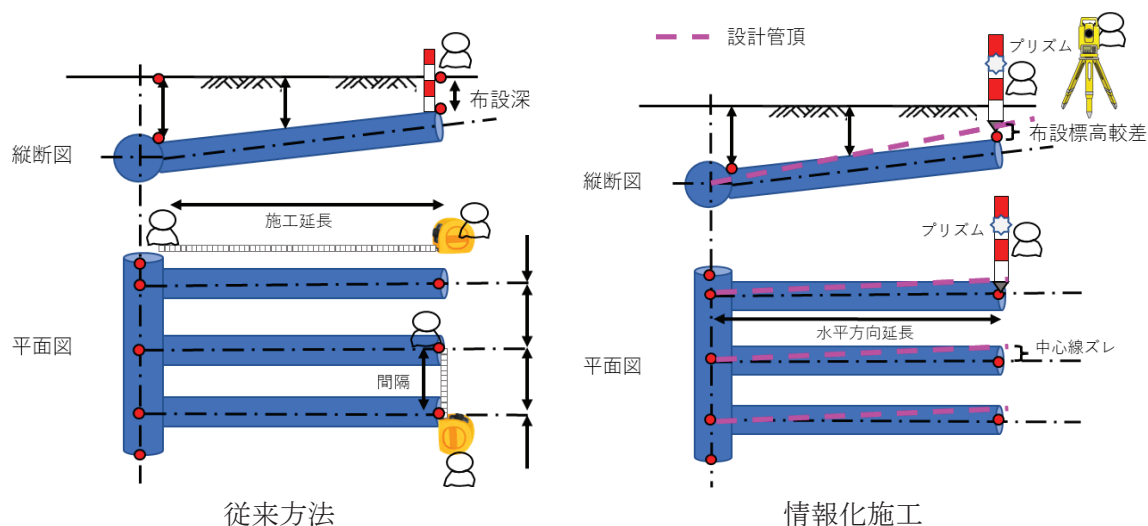
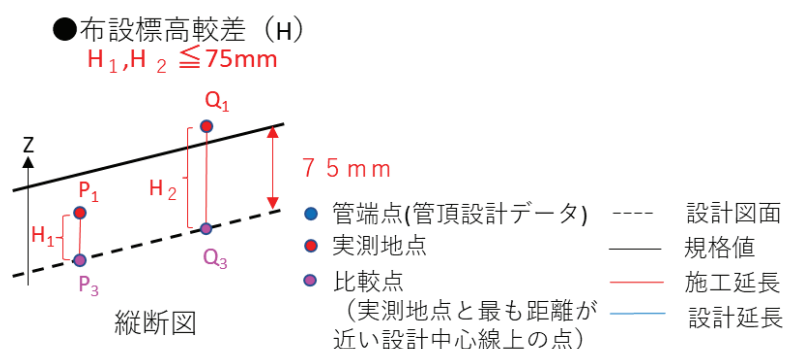


図5-1 従来方法と情報化施工の出来形管理の比較

表5-2 出来形管理基準

工種	出来形管理項目	規格値 (mm)	測定箇所
吸水渠 集水渠 導水渠	布設標高較差 (H)	+75mm	図5-2に示す H1、H2を評価
	中心線のズレ (e)	+375mm	図5-2に示す B1、B2を評価
	水平方向延長 (L)	-0.2% ただし、延長500m以下は-1,000	図5-2に示す L1を評価



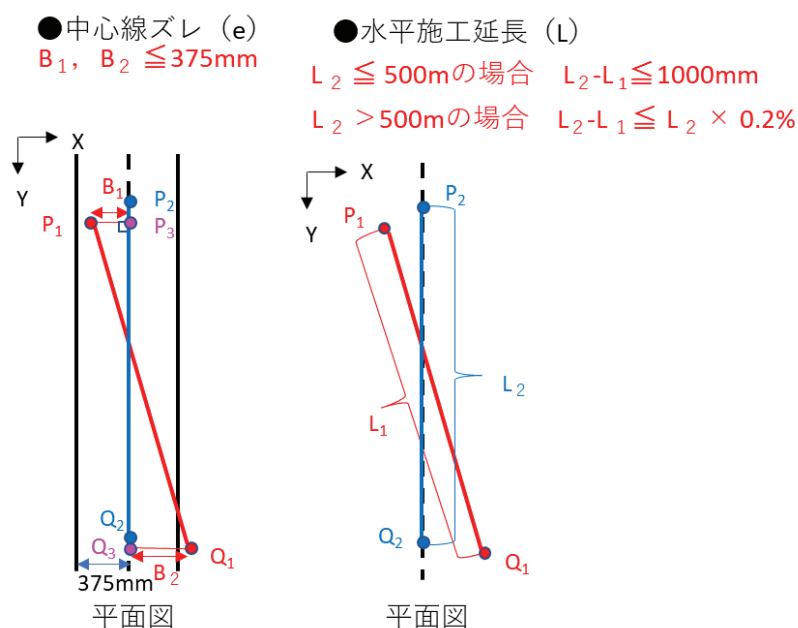


図 5 - 2 出来形評価イメージ

2 面管理の場合

測定項目及び規格値は表 5 - 3 のとおりとする。

管理ブロックとは、出来形評価を行うため、路線ごとに施工範囲を長方形の領域に分割したものであり、各管理ブロックには管理ブロック番号を付ける。設計データを延長方向 1 m ごとに長方形に区切り、1 m × バケット幅の管理ブロックに分割することを基本とする（上限値 450mm）。屈曲箇所等の端ブロックの延長が 50cm 未満となる場合は、当該端ブロックは管理ブロックとしないこととする。高低差があり、すりつけ区間を設ける必要がある場合に限り、監督職員と協議を行い、管理ブロックの設定を行わないことができる。ただし、品質に影響が出ないように十分に注意する必要がある。路線ごとの施工範囲の分割イメージ及びすりつけ区間の例を図 5 - 3 及び図 5 - 4 に示す。

表 5 - 3 出来形管理基準

工種	評価項目	規格値 (mm)
吸水渠 集水渠 導水渠	「各管理ブロックの標高較差」の路線内平均	±100mm
	「各管理ブロックの標高較差」の路線内最大値	+150mm
	「各管理ブロックの標高較差」の路線内最小値	-150mm
	不良判定ブロック数	0

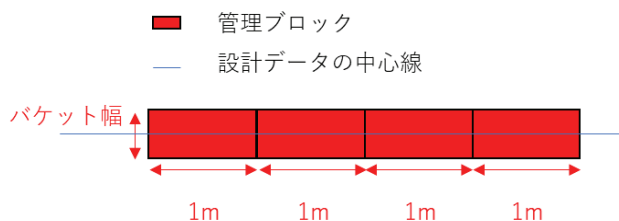


図 5 - 3 路線ごとの施工範囲の分割イメージ

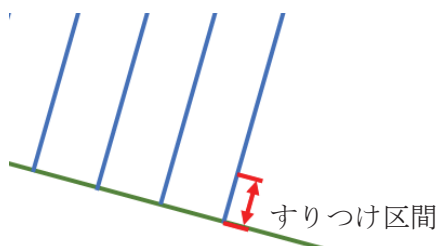


図 5 - 4 すりつけ区間の例

(1) 出来形測定箇所

出来形測定箇所は、天端面（掘削の場合は平表面）及び法面（小段を含む。）の全面とし、出来形測定密度は 1 点／ m^2 （平面投影面積当たり）以上とする。

(2) 「各管理ブロックの標高較差」の算出方法

出来形評価用データから各管理ブロックの最下点を抽出し、これを各管理ブロックの最下実測点 P とする。「各管理ブロックの標高較差」とは、各管理ブロックの最下実測点 P と設計面との標高較差である。取得した全ての点で設計面との標高較差を算出するものとは異なることに留意する。

なお、法肩及び法尻から水平方向に $\pm 50\text{mm}$ 以内に存在する計測点は、標高較差の評価から除く。

評価する範囲は連続する一つの面とすることを基本とするが、規格値が変わる場合は、評価区間を分割するか、又は規格値の条件が最も厳しい値を採用する。

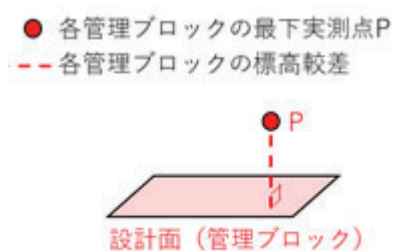


図 5 - 5 各管理ブロックの標高較差

(3) 各管理ブロックの良否判定

各管理ブロックの最下実測点 P が以下のア及びイの両方を満たす場合、管理ブロックを「良」判定とし着色する。

ア 水平離隔が短辺を両側に 170mm 拡大した許容範囲内にある。なお、170mm の許容範囲を設けず、管理ブロック幅を 170mm 拡張する方法により判別しても差し支えないものとする。

なお、法肩及び法尻から標高方向に $\pm 50\text{mm}$ 以内に存在する計測点は、水平較差の評価から除く。

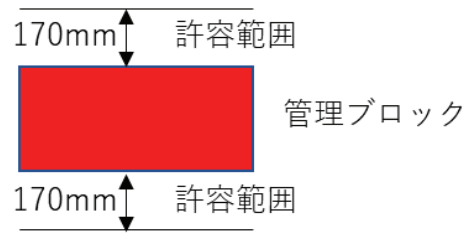


図 5 - 6 水平離隔の良否基準イメージ

イ 各管理ブロックの標高較差が 75mm 以内である。

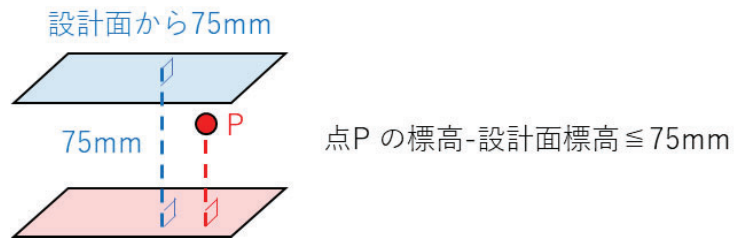


図 5 - 7 標高較差の良否基準イメージ

第3 出来形管理技術別の機器要件、精度管理及び計測手順

1 TS等光波方式出来形管理技術（断面管理）

（1）機器構成及び各機器の機能・要件

出来形管理用TS等光波方式による出来形管理のシステムを構成する機器と、各機器の機能及び要件は以下のとおりである。

なお、施工管理データについては、以下に示す機器間でデータを交換できるように、**別紙－4**「出来形管理用TS等光波方式技術に用いる施工管理データの機器間データ交換の機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

ア 基本設計データ作成ソフトウェア

基本設計データ作成ソフトウェアは、設計図書等をもとに出来形管理用TS等光波方式に取り込み可能な基本設計データを作成するソフトウェアである。**別紙－5**「基本設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

イ 出来形管理用TS等光波方式（ハードウェア及びソフトウェア）

出来形管理用TS等光波方式は、アで作成した基本設計データを用いて、現場での出来形測定及び出来形の良否判定が可能な設計と出来形の差を表示し、出来形測定データの記録と出力を行う装置である。**別紙－7**「出来形管理用TS等光波方式の機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

ウ 出来形帳票作成ソフトウェア

出来形帳票作成ソフトウェアは、アで作成した基本設計データとイで測定した出来形測定データを読み込み出来形帳票を自動作成するソフトウェアである。**別紙－6**「出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

暗渠排水工における出来形帳票作成機能は、第4の1（1）に示す出来形管理帳票を作成できる機能を有している必要があるが、対応していない場合は出来形帳票作成ソフトウェアを利用し手動で帳票作成を行っても差し支えないものとする。

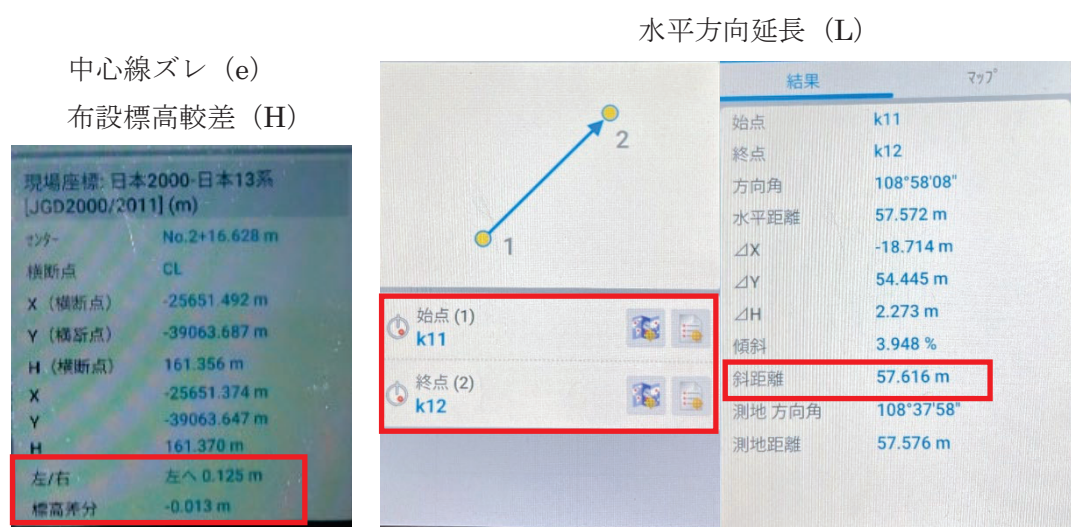


図5－8 出来形確認画面例

(2) 計測性能

出来形管理用 T S 等光波方式は、以下に示す国土地理院認定 3 級で規定される性能と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器を使用することとする。受注者は、利用する T S の性能について、監督職員の承諾を受けるものとする。

国土地理院で規定がない T S 等光波方式を利用する場合は、(3) に示す精度確認試験を実施し、その記録を監督職員に提出するものとする。

なお、T S は、検定機関が発行する有効な検定証明書又は測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書があるものを使用する。

国土地理院認定 3 級で規定される性能

測距精度：± (5 mm + 5 ppm × D) 以下※ 最小読定値 20" 以下

※ D 値は計測距離 (m)、ppm は 10^{-6}

< 計算例 >

計測距離 100m の場合は、± (5 mm + 5 × 10^{-6} × 100 × 10^3) = ± 5.5mm の誤差となる。

(3) 精度確認

受注者は、国土地理院で規定がない T S 等光波方式を用いる場合は、その精度を確認するために以下の実施手順に即して精度確認試験を行い、様式－2「T S 等光波方式の精度確認試験結果報告書」により結果を整理して監督職員に報告するものとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用するまでに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 等光波方式において所要の計測値が得られることを確認できた場合に限り、これを確認した計測条件及び計測距離の範囲内において出来形計測に適用することができる。

イ 実施方法

(ア) 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。

(イ) T 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、プレートの厚みを高さの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。

(ウ) 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。

(エ) 計測結果の評価

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、その差が表 5－4 に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表 5 - 4 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 か所以上

(4) 出来形管理の計測手順及び実施手順

ア 出来形管理用 T S 等光波方式の設置

出来形管理用 T S 等光波方式は、工事基準点上に設置することを原則とするが、工事基準点上に設置することが困難な場合には、後方交会法により任意の未知点へ設置することができるものとする。

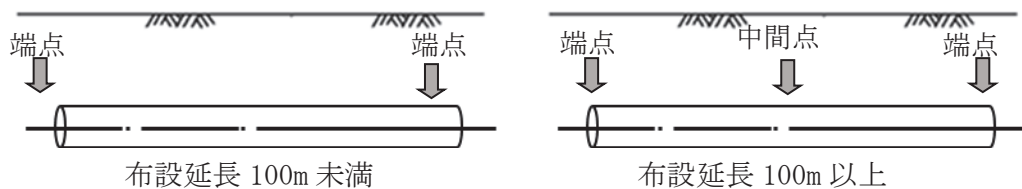
なお、未知点に出来形管理用 T S 等光波方式を設置する際は、利用する工事基準点間の夾角 θ （複数の場合はその一つ）は $30 \sim 150^\circ$ 以内でなければならない。ただし、出来形管理用 T S 等光波方式と工事基準点の距離が近いと、方位の算出誤差が大きくなるので注意すること。

イ 出来形計測の実施

出来形計測の実施に当たっては、出来形管理用 T S 等光波方式から出来形計測点までの斜距離を 3 級 T S は 100m 以内（2 級 T S は 150m 以内）とする。T S 等光波方式による計測において欠測が生じる場合は、観測データの補間方法について監督職員と協議を行うこと。

計測する横断面は、本ガイドライン（実施編）第 4 に規定する出来形横断面図位置ごとの管理断面上とし、各横断面の全ての出来形計測対象点について 3 次元座標値を取得するものとする。上記の出来形計測対象点は、図 5 - 9 に示すとおり路線ごとに上、下流橋の管頂 2 か所とする。1 本の布設長がおおむね 100m 以上のときは中間点を加えた 3 か所とする。

なお、管理断面上とは、管理断面に対して直角方向に $\pm 10\text{cm}$ の範囲とする。これは、出来形管理用 T S 等光波方式でプリズムを出来形測定箇所を精緻に誘導する作業の効率を考慮しているためである。



↓：暗渠排水工における出来形測定対象点

図 5 - 9 出来形計測箇所

2 RTK-GNSS方式出来形管理技術（断面管理）

（１）機器構成及び各機器の機能及び要件

出来形管理用RTK-GNSSによる出来形管理のシステムを構成する機器と、各機器の機能及び要件は以下のとおりである。

ア 出来形管理用RTK-GNSS（ハードウェア及びソフトウェア）

基本設計データを用い、現場での出来形計測、出来形の良否判定が可能な設計と出来形の差の表示及び出来形計測データの記録と出力を行う装置である。高さ補完機能を持つ高さ補完装置が付属する場合もある。本ガイドラインに基づく出来形管理は、事前に作成した基本設計データを用いて従来の準備作業（出来形管理箇所を示す杭の座標計算や杭の事前設置作業）を行うことなく出来形計測を実施することが可能であり、現場での出来形計測と同時に出来形の良否判定ができることが特徴である。これらを実現するためには、事前に基本設計データを搭載し、現場での出来形計測データの取得と出来形確認を行う出来形管理用RTK-GNSSが必要となる。必要とする機能は以下のとおりである。

- ①施工管理データの読み込み機能
- ②RTK-GNSSの基準局及びローカライゼーション機能
- ③線形データの切り替え選択機能
- ④基本設計データの確認機能
- ⑤RTK-GNSSの通信設定確認機能
- ⑥初期化手順と較差確認機能
- ⑦任意断面における出来形管理機能
- ⑧管理断面における出来形管理機能
- ⑨観測状態確認機能
- ⑩出来形計測データの登録機能
- ⑪出来形計測データの取得漏れ確認機能
- ⑫監督・検査現場立会い確認機能
- ⑬施工管理データの書き出し機能
- ⑭評価結果の報告
- ⑮高さ補完機能の動作状況確認機能（状況により機能が停止する場合に限る。）
- ⑯計測可能範囲の設定機能

イ 基本設計データ作成ソフトウェア

基本設計データ作成ソフトウェアは、発注者から提示された設計図書等をもとに、出来形管理用RTK-GNSSに搭載可能な基本設計データを作成するソフトウェアであり、作成した基本設計データは、通信又は記憶媒体を通して出来形管理用RTK-GNSSに搭載することができる。**別紙－５**「基本設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

ウ 出来形帳票作成ソフトウェア

基本設計データと出来形測定データを読み込むことにより出来形帳票を自動作成するソフトウェアである。**別紙－６**「出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件」に示す機能を有していなければならない。

(2) 計測性能

出来形管理用 R T K－G N S S は、国土地理院認定 1 級（2 周波）と同等以上の性能を有し、適正な精度管理が行われている機器であること。受注者は、本ガイドラインに基づき出来形管理を行う場合は、利用する R T K－G N S S の性能について、監督職員の承諾を受けるものとする。以下に、1 級（2 周波）の性能分類（農林水産省測量作業規定 別表 1 による）と出来形管理に必要な高さ精度を示す。

計測	計測性能	測定精度
起工測量 岩線計測 部分払い 出来高計測 出来形計測	公称測定精度： $\pm (20\text{mm} + 2 \times 10^{-6} \times D)$ 最小解析値：1 mm 例：計測距離 500m の場合は、 $\pm (20\text{mm} + 2 \times 10^{-6} \times 500 \times 103) = \pm 21\text{mm}$ の誤差となる	鉛直方向 $\pm 10\text{mm}$ 以内 平面方向 $\pm 20\text{mm}$ 以内

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 $\pm 20\text{mm}$ 以内、鉛直 $\pm 10\text{mm}$ 以内
---------------	--

ア R T K－G N S S の測定精度が国土地理院による 1 級（2 周波）と同等以上の認定品であることを示すメーカーのカatalog又は機器仕様書を添付する。なお、国土地理院において測量機器の検討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、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確認できる場合は、1 級（2 周波）と同等以上とみなすことができ、国土地理院による登録は不要である。

イ 出来形管理に必要な鉛直精度を満たしていることを示す精度確認結果として、測量機器メーカーの発行する検査成績書（1 年以内）を添付する。検査成績書に代えて、**様式－8**「高さ補完機能付き R T K－G N S S 測量機の精度確認チェックシート」で確認した結果（1 年以内）を添付してもよい。なお、確認した結果の提出は、施工計画書作成段階ではなく、計測を開始するまででよい。

ウ R T K－G N S S の精度管理が適正に行われていることを証明するために、検定機関が発行する有効な検定証明書又は測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書を添付する。（農林水産省測量作業規定参照。）

エ 高さ補完機能としてレーザー光を利用する場合、JIS C 6802 に定められるレーザー製品の安全基準を守った製品であること。

(3) 出来形管理の計測手順及び実施手順

ア 出来形管理用 R T K－G N S S 基準局の設置

出来形管理用 R T K－G N S S で利用する基準局は工事基準点上に設置する。任意の未知点に設置する必要がある場合には、測量を実施して工事基準点とするか、後方交会法の

ように任意の点に設置した後で必要な位置情報を取得する機能を利用すること。なお、ネットワーク型RTK-GNSSの移動局のみにより測位する場合はこの限りではない。

イ ローカライゼーション（現地座標に変換）

GNSS座標系と現場座標系にズレがある場合、ローカライゼーションを行い、GNSS座標系を現場座標系に変換する。ローカライゼーションを行うことによりGNSS座標を現場座標へ変換するテーブルが作成され、GNSS座標の計測値から自動的に現場座標の計測値が得られる。

ウ 出来形計測の実施と精度確認

（ア）工事基準点上で初期化を行い、初期化直後、工事基準点の計測値に大きな誤差がないことを確認（既知点確認）する。初期化誤差が水平方向±20mm以上又は鉛直方向±10mm以上ある場合は、再度初期化を行う。MC・MG技術により施工を行う場合は、計測精度を高めるため、RTK-GNSSとMC・MG技術の基準局や補正方式を統一し、同一の補正情報により位置情報補正を実施することが望ましい。

（イ）出来形計測を行う管理断面と出来形計測対象点の指定を行う。出来形管理用RTK-GNSSを用いて、基本設計データに登録されている計測対象の管理断面の測点名と出来形計測対象点（道路中心線形、法線、法肩等）の選択を行う。

出来形計測対象点に移動局を設置した上で、農林水産省測量作業規程の路線測量に準拠しFIX解を得てから10epoch（エポック）以上を計測する。なお、農林水産省測量作業規程の路線測量に準拠すれば、測定精度の確認用に2セット計測して比較し、較差が小さい場合は計測値を採用することとなっているが、出来形管理用RTK-GNSSによる出来形計測では、1セットとする代わりに精度確認用として計測後に工事基準点で誤差の確認（既知点確認）を行うこととする。出来形計測の結果、計測精度が悪化している場合は再度計測しなければならない。出来形計測作業の手戻りを少なくするため、一定の計測間隔（100～200m程度）又は時間間隔（30分～1時間程度）で初期化を行うことが望ましい。RTK-GNSS出来形計測において欠測が生じる場合は、観測データの補間方法について監督職員と協議を行うこと。

計測する横断面は、本ガイドライン（実施編）第4に規定する出来形横断面位置ごとの管理断面上とし、各横断面の全ての出来形計測対象点について3次元座標値を取得するものとする。上記の出来形計測対象点は、図5-9に示すとおり路線ごとに上、下流橋の管頂2か所とする。1本の布設長がおおむね100m以上のときは中間点を加えた3か所とする。

なお、管理断面上とは、管理断面に対して直角方向に±10cmの範囲とする。これは、出来形管理用TS等光波方式でプリズムを出来形測定箇所へ精緻に誘導する作業の効率を考慮しているためである。

（ウ）出来形管理用RTK-GNSSでは、管理断面上の出来形計測点の誘導が可能であるため、従来の出来形管理に必要な準備測量（管理断面上の杭、目串等の設置）を事前に行うことなく計測できる。また、出来形管理用RTK-GNSSは、法長、幅、基準高等を算出する機能を有しているため、測定者は計測後すぐに設計値と計測値との差を確認できる。さらに、出来形管理用RTK-GNSSでは、出来形計測は断面ごとではなく、作業効率を考えて自由に設定することができる。その際、出来形計測点一つで判定

できるものの場合（基準高さ）は、高さ判定表示確認が可能である。出来形計測点二つで判定できるものの場合（幅、法長）は、出来形計測点と辺を構成するもう一点が取得済みであるかを表示し、取得済みの場合は長さの判定を行うことが可能である。

- (エ) 計測した座標データに対して、計測点の種別（出来形計測対象点、品質証明のために計測した点、任意断面での出来形計測点）を入力又は選択する。
- (オ) 出来形管理用RTK-GNSSで確認した出来形計測データの記録を行う。上記(イ)～(カ)を繰り返して計測し、必要に応じて(ア)やアを実施する。
- (カ) 出来形計測を円滑に行うため、計測実施前に、衛星配置の予測ソフトウェア等を用いて計測可能時間等を確認しておくことが望ましい。衛星の配置予測ソフトウェアは、測量機器メーカーウェブサイト等で入手できる。ただし、現場の状況（周辺の山、谷、ビル）に応じて衛星捕捉状況が変化するため、これらを十分に考慮して計測計画を立てること。

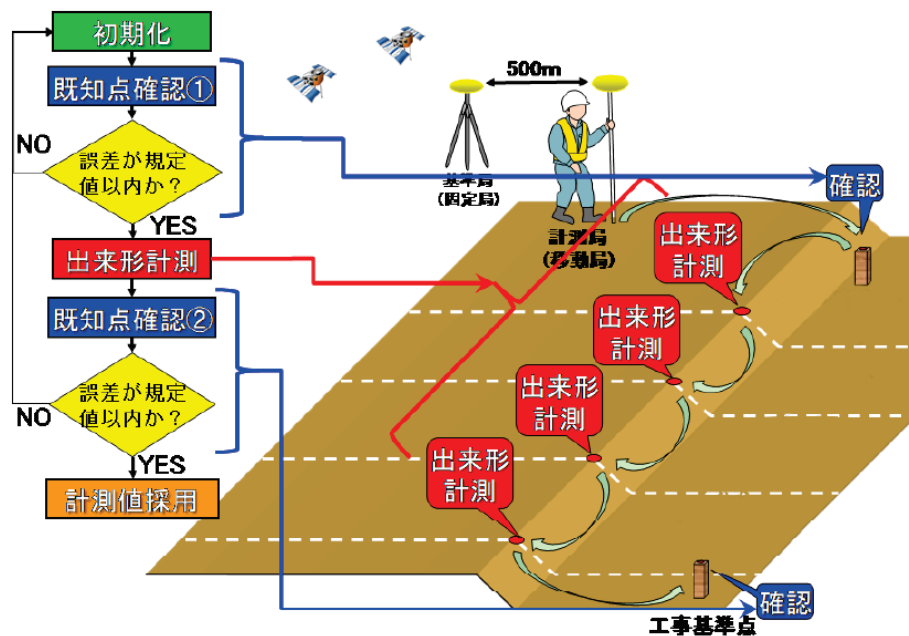


図 5-10 初期化と計測の手順

（出典：「3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）（令和5年3月国土交通省）」

3 施工履歴データ出来形管理技術

(1) 機器構成及び各機器の機能・要件

施工履歴データを用いた出来形管理技術による出来形管理のシステムを構成する機器と、各機器の機能及び要件は以下のとおりである。

ア ICT建設機械本体、車載PC

建設機械本体や施工中の作業装置位置をリアルタイムに計測・記録するための装置である。施工履歴データは、車載PCから記録媒体（USBメモリー等）にコピーするなどして使用する。適用機種は表5-5のとおりである。

また、施工者が定める施工管理値を施工中リアルタイムで車載モニターに表示し、これをオペレータが確認しながら施工できる機能を有することとする。モニターへの表示方法については、受注者の任意とする。

表5-5 適用機種

工種	適用できる ICT建設機械	施工履歴データを 記録する箇所	施工履歴データを 記録する作業
掘削工	3DMCバックホウ 3DMGバックホウ	バケット刃先	吸水渠 集水渠（支線） 導水渠（幹線）

※1 ICTバックホウは、バケット刃先の3次元座標を施工履歴データとして記録できる機能を有するものを用いる。バケット幅は450mm以下のものを用いる。

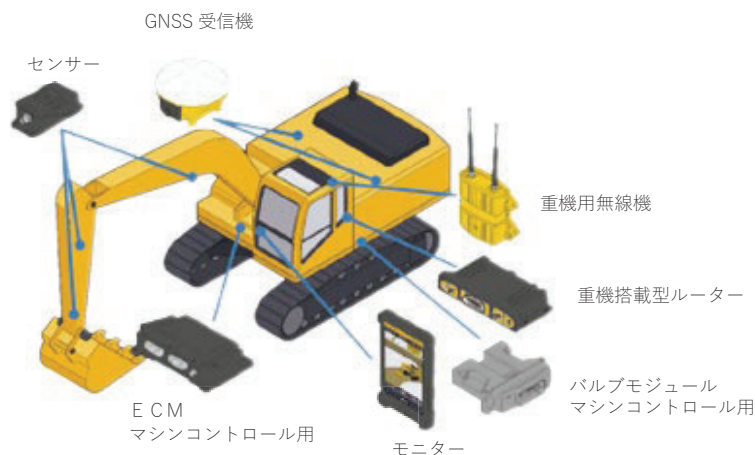


図5-11 ICTバックホウの機器構成例

イ 点群処理ソフトウェア

点群処理ソフトウェアは、施工履歴データから3次元座標、記録時刻等の点群データの抽出、出来形部分と関係のない不要な点の除外、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の作成、点群へのTINの配置及び3次元出来形計測結果の出力を行うソフトウェアである。**別紙-1**「点群処理ソフトウェアの機能と要件」に示す機能を有していなければならない。

ウ 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し、3次元設計データの作成及び出力を行うソフトウェアである。**別紙－2**「3次元設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」の機能を有していなければならない。

エ 出来形帳票作成ソフトウェア

出来形帳票作成ソフトウェアは、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により、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として出力するソフトウェアである。**別紙－3**「出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件（面管理の場合）」に示す機能を有していなければならない。

オ 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次元設計データ又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。

(2) 計測性能

施工履歴データによる出来形計測は、以下の測定精度と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器を使用するものとする。受注者は、利用するICT建設機械本体の性能について、監督職員に提出すること。

精度：±50mm 以内（カタログ記載に加え、**様式－11**「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」による精度確認試験を行うこと。）

(3) 精度確認

ICT建設機械の作業装置位置記録システムの管理が適正に行われていることを確認するため、現地において精度管理を実施すること。詳細は、**様式－11**「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」を確認すること。なお、ICT建設機械の作業装置位置の測定精度は、以下の要因により変化する。様々な誤差要因が考えられるため、現場における精度確認試験により精度管理を行う必要がある。

- ①RTK-GNSSの位置精度
- ②RTK-GNSS及び角度センサー位置間の寸法計測誤差
- ③角度センサーによる出力精度
- ④ソフト処理上の丸め誤差
- ⑤機械の劣化（刃先の摩耗を含む）

ア 着工前の精度確認

様式－11「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」の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）及び以下に従い、本ガイドラインによる出来形管理範囲着工前に精度確認試験を実施し、その結果を**様式－11**を用いて提出する。

(ア) 実際に掘削整形作業を行う方法

施工に使用するICT建設機械を用いて、現場内の適切な場所で、平場を平坦に整形する作業を行い、施工履歴データを記録する。作業後、TSにより出来形を検測する。テスト作業で成形する範囲は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。

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次元座標を比較し、標高の差を算出する。標高較差が表5-6に示す精度確認基準を満足していることを確認する。

表5-6 精度確認基準

試験モード	比較方法	精度確認基準
テスト作業による精度確認	TS計測値との較差	標高較差 ±100mm 以内

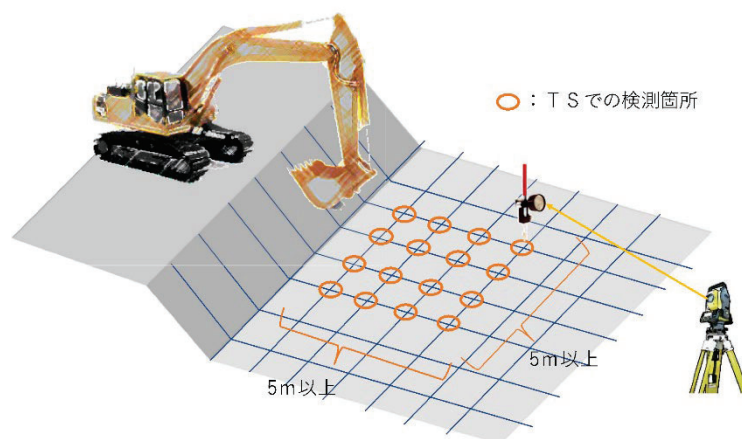


図5-12 実際に掘削整形作業を行う方法の検測例

(イ) プリズムにより作業装置位置を計測する方法

現場内に、テスト作業で掘削・整形を行うことのできる適切な場所がない場合は、以下の方法により精度確認を行う。

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建設機械により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により追尾・計測する。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により計測する点数は16点以上とする。

動作中に記録した施工履歴データとTSにより実測した3次元座標を比較し、標高の差の平均値を算出する。標高較差が表5-6に示す精度確認基準を満足していることを確認する。

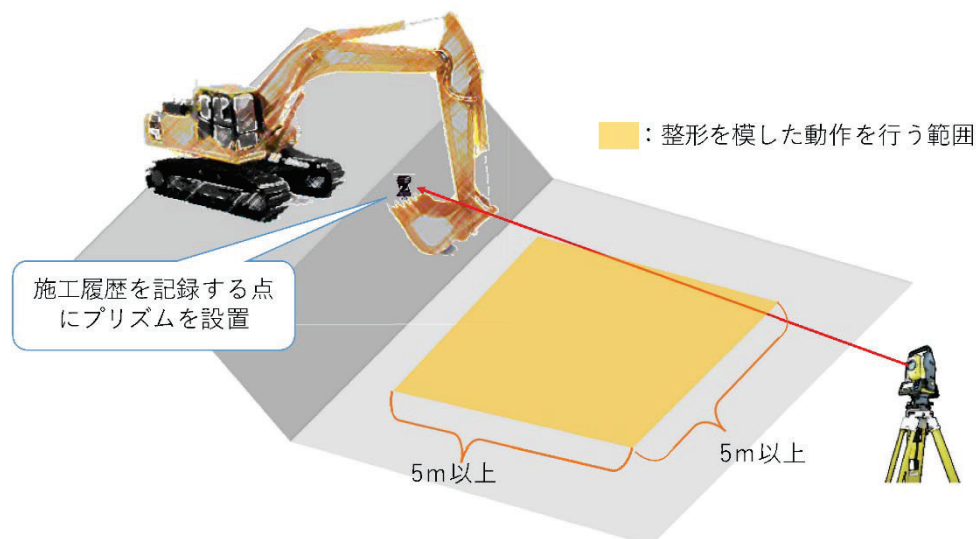


図 5－13 プリズムにて作業装置位置を計測する方法の検測例

イ 日々の精度確認

施工履歴データを出来形計測に利用する場合は、**様式－11**「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」の 2 実施方法 2) 施工期間中の日々の精度確認及び以下に従い、作業日 1 日ごとに、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て提出できるよう保管する。

バケット位置の精度評価方法は、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 T S により計測した座標との較差を算出し、水平・標高較差が表 5－7 に示す精度確認基準を満足していることをもって、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、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 5－13 に示す。

表 5－7 精度確認基準

試験モード	比較方法	精度確認基準
静止状態の精度確認	既知点又は T S 計測値との 水平・標高較差	水平・標高較差 ±50mm 以内

●：既知点、T S 計測点

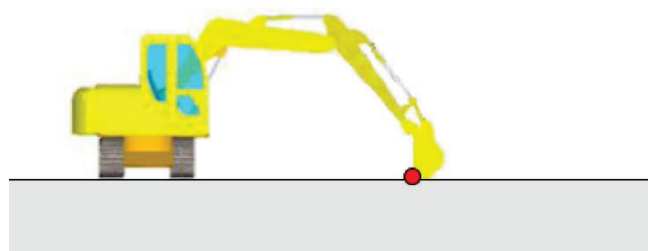


図 5－13 バケット位置精度の標準的な確認方法

ウ 計測密度

出来形管理に用いる施工履歴データに必要な計測密度は、1点/m²以上とする。

エ 開発中の機種

開発中の機種の精度確認については、監督職員との協議によりバックホウに準拠できるものとする。実証の際にテスト作業で成形する範囲は5 m以上とし、TSでの検測はテスト範囲内において6点以上とする。

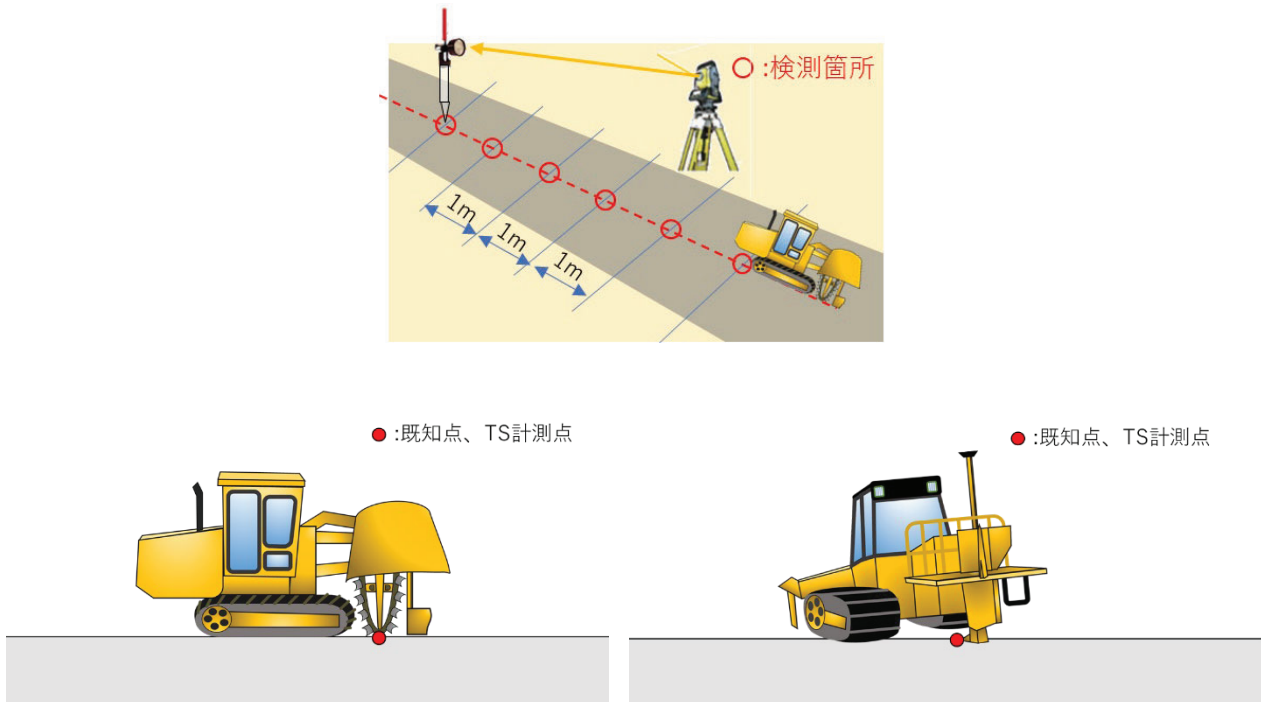


図5-14 検測、静止状態での掘削チェーン、開削刃位置精度の確認方法の例

(4) 出来形管理の計測手順及び実施手順

ア 工事基準点の設置及び計測

精度確認用の検証点を設置する。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。工事基準点等の既知点からTSを用いて計測することができる。また、検証点は施工履歴データによる出来形計測中に動かないように固定し、TS等光波方式により計測した座標値を利用する。

イ 出来形計測箇所

出来形計測範囲は、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。日々の施工完了後に計測を行うことを基本とするが、GNSS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。なお、計測点は計測員が安全に立ち入ることができる範囲内で、1日の施工範囲に対して偏りなく配置すること。

ウ 計測点群データの作成

取得した施工履歴データから3次元座標、記録時刻等の点群データを抽出し、点群データ処理ソフトウェアを用いて点群データから出来形部分と関係のない不要点等を除去して3次元の計測点群データを作成する。

エ 点群処理ソフトウェアによるデータ処理

点群処理ソフトウェアによるデータ処理手順は以下のとおりとする。

- (ア) 出来形評価の対象は、管理ブロックを設定した区間で、設計データの中心線から両側に50cm(全幅1m)の範囲内にある計測点群データとして、不要な点の計測データを削除する。この際、出来形計測点群データをグリッドにより取得する場合は、10cmに1点のデータ取得を基本とする。なお、グリッドがバケット幅より大きい場合は利用できないことに留意する。

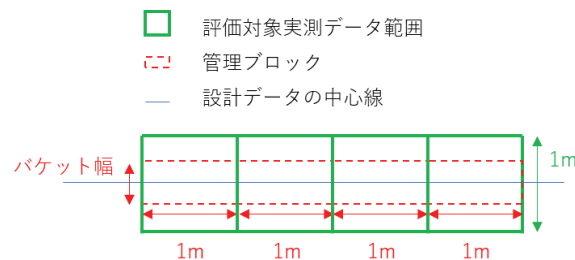


図5-15 出来形評価対象実測データの範囲

- (イ) 暗渠排水工においては、出来形のT I Nファイルは必須ではない。必要に応じて、計測点群データの不要点削除が終了した点群を対象にT I Nを配置し、地形や岩区分境界、又は出来形の面データを作成する。

第4 出来形管理資料の作成

1 断面管理の場合

受注者は、基本設計データと出来形計測データを用いて、出来形帳票作成ソフトウェアにより出来形管理資料を作成するものとする。基本設計データ作成ソフトウェア又は出来形帳票作成ソフトウェアを用いて出来形管理結果による横断面図の作成ができる場合は、工事完成図書として利用することができる。

(1) 記載項目

ほ場番号、管径、路線番号、点番号、設計点位置 (X (m)、Y (m))、実測点位置 (X (m)、Y (m))、布設標高較差、中心線のズレ、水平方向延長等を記載する。

(2) 出来形管理図

出来形計測位置図と、布設標高較差、中心線のズレ及び水平方向延長について、グラフ等を作成する。作成例を図5-16に示す。

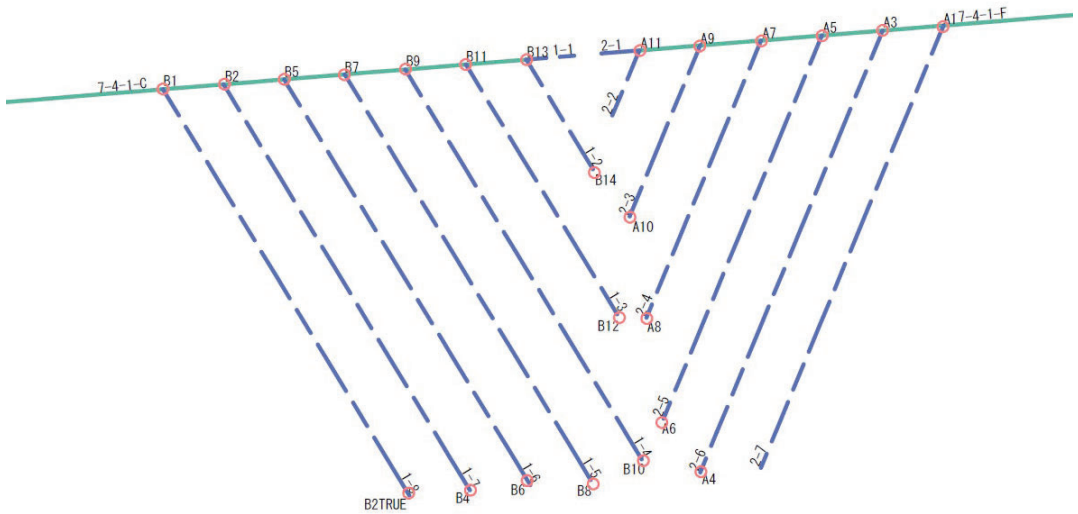
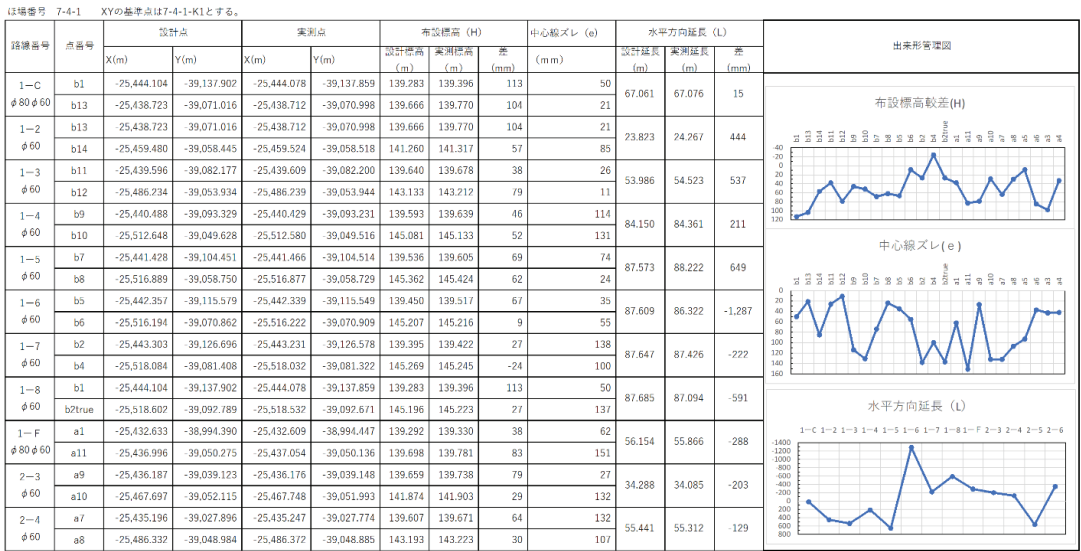


図5-16 出来形管理帳票作成例
(左：出来形管理帳票、右：出来形計測位置図)

2 面管理の場合

受注者は、3次元設計データと出来形評価用データを用いて、出来形帳票作成ソフトウェアにより以下に記載する出来形管理資料を作成するものとする。

(1) 出来形管理図表

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との離れ等の出来形管理基準上の管理項目の計算結果（標高較差の平均値等）、出来形の良否の評価結果、及び設計面又は目標高さとして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又は属性情報として出来形管理基準上の管理項目の計算結果を表示できる3次元モデルのビューアファイルを作成する。

出来形管理基準上の管理項目から出来形の良否を評価する情報として、表5－8に示す項目を表形式で整理すること。

良否評価結果について、規格値を外れている場合は「異常値有」等の表現により明示する。また、出来形が不合格の場合は、不合格の内容が項目ごとに確認できるよう、棄却点も含め表示すること。

表5－8 出来形管理基準上の管理項目から出来形の良否を評価する情報

出来形の良否を評価する情報
ほ場番号
管径
路線番号
計測点番号
「各管理ブロックの標高較差」の平均 (算出結果、規格値（当該部位における平均値規格値）及び良否評価結果)
「各管理ブロックの標高較差」の最大値 (算出結果、規格値（当該部位における任意箇所規格値）及び良否評価結果)
「各管理ブロックの標高較差」の最小値 (算出結果、規格値（当該部位における任意箇所規格値）及び良否評価結果)
全体管理ブロック数
判定不良ブロック数
判定不良ブロック番号

ほ場番号7-4-1 XYの基準点はX:-25,424.116 Y:-38,923.187とする。

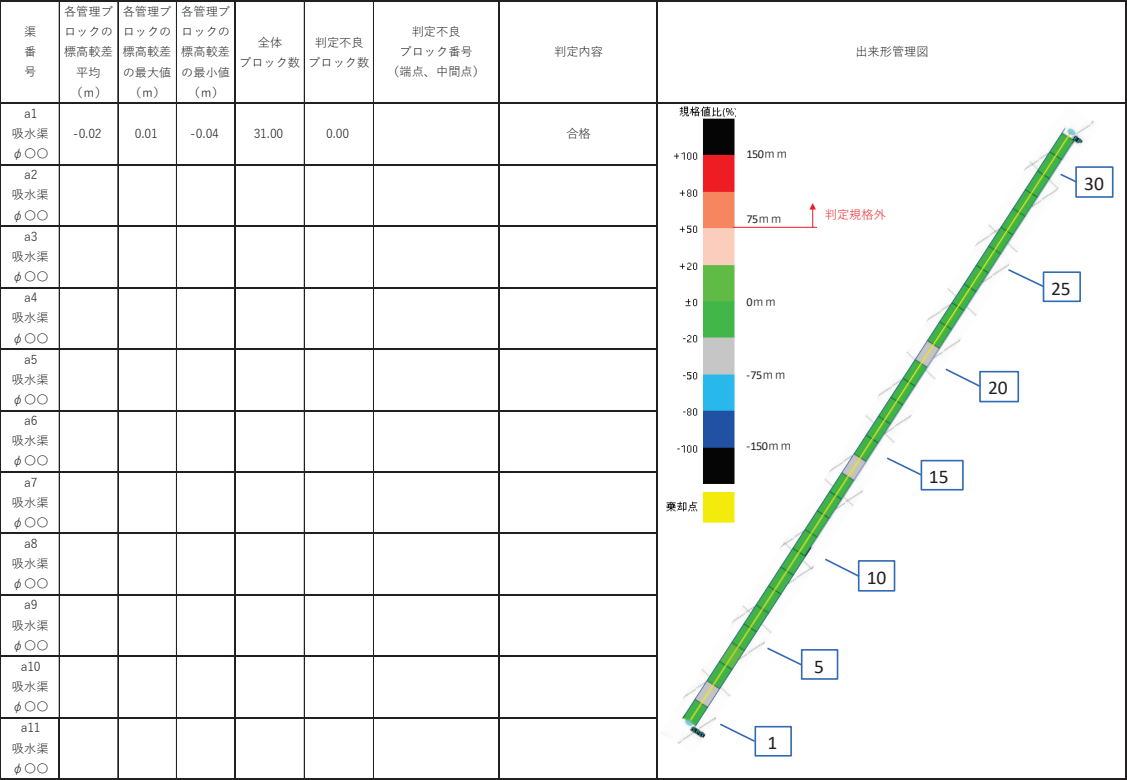


図 5 - 17 出来形管理図作例例

第5 撮影記録による出来形管理

1 断面管理の場合

(1) 撮影基準及び撮影箇所

撮影記録による出来形管理は、表5-9のとおり行うものとする。

表5-9 撮影記録による出来形管理

工種	撮影基準	撮影箇所
吸水渠	1～2か所／1耕区	管布設状況、その他必要箇所
集水渠、導水渠	1～2か所／1耕区	管布設状況、その他必要箇所

(2) 撮影方法

表5-10に示す必要事項を記載した小黒板を、文字が判読できるよう被写体とともに撮影する。設計寸法、実測寸法及び略図は省略することができ、巻尺等を用いた計測を行わないため、リボンテープ、ピンポール等を写しこんだ出来形寸法を確認する写真撮影は原則として必要ないものとする。

表5-10 小黒板に記載する事項

出来形管理技術	記載事項	備考
T S等光波方式 R T K-G N S S	・工事名 ・工種等 ・T S又はR T K-G N S S基準局の設置位置 (ネットワーク型R T K-G N S Sの場合はその旨を記載する。) ・出来形測定点(測点、箇所)	—

2 面管理の場合

(1) 撮影基準及び撮影箇所

撮影記録による出来形管理は、表5-11のとおり行うものとする。

表5-11 撮影記録による出来形管理

工種	撮影基準	撮影箇所
吸水渠、 集水渠(支線)、 導水渠(幹線)	1回／1か所	管の接続部、管の屈曲部

(2) 撮影方法

表5-12に示す必要事項を記載した小黒板を、文字が判読できるよう被写体とともに撮影する。設計寸法、実測寸法及び略図は省略することができる。

表5-12 小黒板に記載する事項

出来形管理技術	記載事項	備考
施工履歴データ	・ 工事名 ・ 工種等 ・ 出来形管理機器設置位置 ・ 出来形計測範囲（始点側測点～終点側測点）	—