

ICTを用いた新たな管理手法 概要書

申請様式 1

作成日	令和○年 ○月 ○日	
所属団体	団体名	
申請者名	会社名 (連名の場合は複数記入)	・○○株式会社 ・○○株式会社
	窓口担当者	○○株式会社 技術開発部 課長 ○○○○
	所在地	○○県○○市○○○○○○○○番地
	電話	○○—○○○○—○○○○
	E-mail	○○○@○○○○○○○○
提案の種別 <small>(右の項目より1項目 を選定してください)</small>	<input type="checkbox"/> ① 新たなICTを活用する提案 ①-1 ICTの活用が既に適用されている工種(以下、「既存工種」という。)に、新たなICTを活用できるようにする基準類 ①-2 ICTの活用が適用されていない工種(以下、「新しい工種」という。)に、新たなICTを活用できるようにする基準類 <input type="checkbox"/> ② 既存のICTの活用の対象を広げる提案 新しい工種に、既存のICTを活用できるようにする基準類 <input type="checkbox"/> ③ 既存の基準類の改定(カイゼン)の提案	
適用工種	※ICTを用いた新たな管理手法を導入する工種と適用段階を記載 記入例 (例:土工)、施工段階(例:出来形の監督検査)	
提案の概要	1. ICTを用いた新たな管理手法の概要 ※ICTを用いて既存の出来形等の管理手法を改善する方法の概要を記載 <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> 新たな管理手法を説明する図など </div>	
	2. 新たな管理手法の導入のために改訂が必要となる既存の基準類 ※ICTを用いた新たな管理手法が効果を発揮する上で制約となるため改訂が必要となる既存の技術基準類がある場合は、その基準名、記載箇所、記載内容を記載 【既存の技術基準類の例】 ・土木工事施工管理基準および規格値(国土交通省) ・地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領(土工編)(案)等の「ICT の全面的活用」を実施する上での技術基準類 ⇒±○○mm 以内(○○m2に1回)となっている○○管理項目を、平均値および標準偏差 ±○○mm 以内(計測頻度は○○箇所以上)とする。	
	3. 既存基準の変更のためのバックデータの有無(□有 □無) ※前掲2.において、基準変更の妥当性の根拠として必要となる既存管理手法と新たな管理手法との計測・管理結果の比較等のバックデータがある場合に“□有”りにチェックを入れる ※また、土木工事施工管理基準及び規格値(国土交通省)の変更が必要となる場合は、既存基準と変更後の基準案とともに、基準設定の考え方を記載	

提案する基準類(素案)

	提案する基準類(素案)	変更理由													
<div data-bbox="360 858 1106 1331" style="border: 1px solid black; border-radius: 20px; padding: 20px; width: fit-content; margin: auto;"> <p style="text-align: center; font-weight: bold;">既存基準類を参照し 基準類(素案)を記述</p> </div>	<div data-bbox="1106 352 1816 601" style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center;"> <p>地上移動体搭載型レーザースキャナーを用いた 出来形管理要領 (土工編) (案)</p> </div> <div data-bbox="1106 616 1816 920" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>第1章 総則 1-1 目的</p> <p>本管理要領は、地上移動体搭載型レーザースキャナー（以下、「地上移動体搭載型LS」という）を用いた出来形計測及び出来形管理が、効率的かつ正確に実施されるために、以下の事項について明確化することを主な目的として策定したものである。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 地上移動体搭載型LSを用いた出来形計測の基本的な取扱い方法や計測方法 2) 計測点群データの処理方法 3) 各工種における出来形管理の方法と具体的手順、出来形管理基準及び規格値 <p>【解説】 本管理要領は、地上移動体搭載型LSを用いた出来形計測及び出来形管理・出来高算出の方法を規定するものである。</p> </div> <div data-bbox="1106 930 1816 1203" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>1-1 適用の範囲</p> <p>本管理要領は、受注者が行う地上移動体搭載型LSを用いた出来形計測及び出来形管理に適用する。</p> <p>【解説】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 測定方法 本管理要領では、地上移動体搭載型LS以外のTSやRTK-GNSS、空中写真測量(UAV)等による出来形の測定方法については対象外とする。 2) 適用工種 適用工種を現行の土木工事施工管理基準における分類で示すと、表1-1のとおりである。 </div> <div data-bbox="1189 1225 1740 1449" style="margin: 10px auto;"> <p style="text-align: center;">表1-1 適用工種区分</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>編</th> <th>章</th> <th>節</th> <th>工種</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5">共通編</td> <td rowspan="5">土工</td> <td rowspan="3">道路土工</td> <td>掘削工</td> </tr> <tr> <td>路体盛土工</td> </tr> <tr> <td>路床盛土工</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">河川・海岸・砂防土工</td> <td>掘削工</td> </tr> <tr> <td>盛土工</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center; font-size: small;">(土木工事施工管理基準の工種区分より)</p> </div>	編	章	節	工種	共通編	土工	道路土工	掘削工	路体盛土工	路床盛土工	河川・海岸・砂防土工	掘削工	盛土工	
編	章	節	工種												
共通編	土工	道路土工	掘削工												
			路体盛土工												
			路床盛土工												
		河川・海岸・砂防土工	掘削工												
			盛土工												

提案する基準類(素案)

申請様式3

TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理要領

提案する基準類(素案)

変更理由

2.5 精度の確認

TS又はGNSSが以下の性能を有し適正に精度管理が行われていることを検定書あるいは校正証明書により確認し、確認資料を提出する。

TSにおいては 公称測定精度 $\pm(5\text{mm}+5\text{ppm}\times D)$ 最小目盛値 $20''$ 以下
GNSSにおいては セット間較差又は座標既知点との較差 水平(x y) $\pm 20\text{mm}$
垂直(z) $\pm 30\text{mm}$

また、現場内の座標既知点においてTS又はGNSSが正しい座標を計測できることを、実測により確認しなければならない。精度が確保できない場合には、他の機器で再確認するか、従来の管理方法の採用を検討する。

注) 国土交通省 公共測量作業規程参照

【解説】

施工管理に用いるTS又はGNSSは、機器メーカーが発行する書類(証明書・カタログ・性能仕様書等)により必要な性能を満足していることを確認する。確認資料は、試験施工を実施する前に監督職員に提出する。なお、証明書の有効期間を過ぎている場合は、再検定が必要となる。また、現場内に設置している工事基準点等の座標既知点を複数箇所を観測し、既知座標とTS又はGNSSの計測座標が合致していることを確認する。この確認に用いる工事基準点は、監督職員に指示された基準点をもとにして設置したものとする。この基準点は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)、も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。

工事基準点の設置に関しては、以下の資料を作成して監督職員に提出する。

- ・ 成果表
- ・ 成果数値データ
- ・ 基準点及び工事基準点網図
- ・ 測量記録
- ・ 工事基準点の設置状況写真

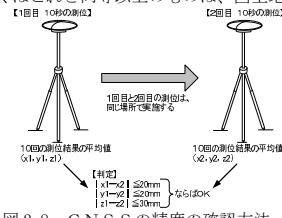


図 2.8 GNSSの精度の確認方法(例)

GNSSでは、施工現場等の任意の地点または座標既知点のいずれかで、使用衛星数が5衛星以上、データ取得間隔1秒で、10秒間の座標観測を再初期化の上2回行う。各回の計測値の平均値について、両者の計測結果x座標、及びy座標の差が20mm以内、z座標(高さ)の差が30mm以内であることを確認する(前掲図2.8)。この確認は、締固め機械に装着した状態でも実施することができる。但し、座標既知点で観測を行う場合は既知点とそれぞれの観測値との離れで確認する。

また、現場内の座標既知点において、GNSSを用いて3次元座標計測値の確認を行うとともにローカライゼーションを実施する。

施工管理にネットワーク型RTK-GNSSを用いる場合も、同様の性能確認を行う。

注) ローカライゼーション(座標変換) - GNSS座標系を現場座標系に変換すること。

米国が構築したGNSS座標系と現場座標系「日本測地系2011(JGD2011)等」は世界測地系であるが座標に若干のずれが存在する。又、施工現場で測量誤差を含んだ現場座標系で示された基準点を正として運用するため、GNSS座標系を現場座標系に合わせる必要がある。

2.5 精度の確認

TSは以下の性能を有し適正に精度管理が行われていることを検定書あるいは校正証明書により確認、GNSSはカタログ・性能仕様書等により確認し、確認資料を提出する。

TSにおいては 公称測定精度 $\pm(5\text{mm}+5\text{ppm}\times D)$ 最小目盛値 $20''$ 以下
GNSSにおいては セット間較差又は座標既知点との較差 水平(x y) $\pm 20\text{mm}$
垂直(z) $\pm 30\text{mm}$

また、現場内の座標既知点においてTS又はGNSSが正しい座標を計測できることを、実測により確認しなければならない。精度が確保できない場合には、他の機器で再確認するか、従来の管理方法の採用を検討する。

注) 国土交通省 公共測量作業規程参照

【解説】

施工管理に用いるTS又はGNSSは、機器メーカーが発行する書類(証明書・カタログ・性能仕様書等)により必要な性能を満足していることを確認する。確認資料は、試験施工を実施する前に監督職員に提出する。なお、証明書の有効期間を過ぎている場合は、再検定が必要となる。また、現場内に設置している工事基準点等の座標既知点を複数箇所を観測し、既知座標とTS又はGNSSの計測座標が合致していることを確認する。この確認に用いる工事基準点は、監督職員に指示された基準点をもとにして設置したものとする。この基準点は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)、も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。

工事基準点の設置に関しては、以下の資料を作成して監督職員に提出する。

- ・ 成果表
- ・ 成果数値データ
- ・ 基準点及び工事基準点網図
- ・ 測量記録
- ・ 工事基準点の設置状況写真

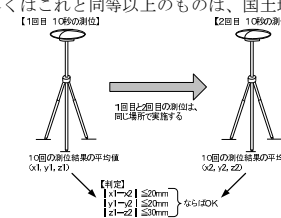


図 2.8 GNSSの精度の確認方法(例)

GNSSでは、施工現場等の任意の地点または座標既知点のいずれかで、使用衛星数が5衛星以上、データ取得間隔1秒で、10秒間の座標観測を再初期化の上2回行う。各回の計測値の平均値について、両者の計測結果x座標、及びy座標の差が20mm以内、z座標(高さ)の差が30mm以内であることを確認する(前掲図2.8)。この確認は、締固め機械に装着した状態でも実施することができる。但し、座標既知点で観測を行う場合は既知点とそれぞれの観測値との離れで確認する。

また、現場内の座標既知点において、GNSSを用いて3次元座標計測値の確認を行うとともにローカライゼーションを実施する。

施工管理にネットワーク型RTK-GNSSを用いる場合も、同様の性能確認を行う。

注) ローカライゼーション(座標変換) - GNSS座標系を現場座標系に変換すること。

米国が構築したGNSS座標系と現場座標系「日本測地系2011(JGD2011)等」は世界測地系であるが座標に若干のずれが存在する。又、施工現場で測量誤差を含んだ現場座標系で示された基準点を正として運用するため、GNSS座標系を現場座標系に合わせる必要がある。

GNSS測位における確認資料の明確化

申請様式3(基準類(素案))に添付する関係資料

1. 提案内容説明資料の例

- ・新たなICTを活用する提案

説明資料例: UAVレーザー計測 …………… 添付資料ー1

- ・既存のICTの活用の対象を広げる提案

説明資料例: 河床等掘削…………… 添付資料ー2

- ・既存基準類の改定(カイゼン)する提案

説明資料例: 空中写真測量ラップ率緩和…………… 添付資料ー3

2. 基準類(素案)根拠資料の例…………… 添付資料ー4

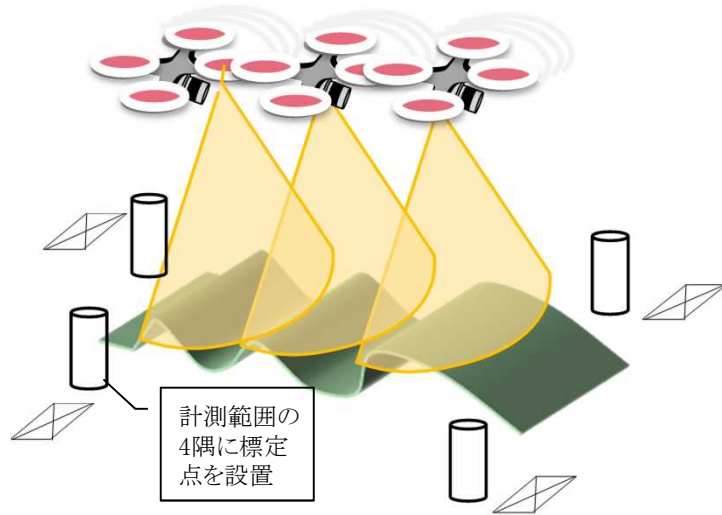
- ・ 検証場所記載例
- ・ 検証手法記載例
- ・ 検証結果

※ 参照すべき技術情報等

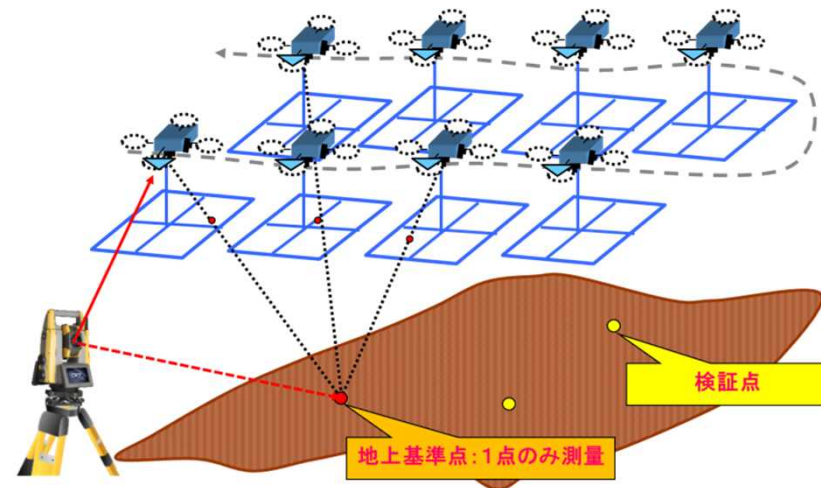
■ 新技術への適用拡大

- 急速に活用事例が増えているレーザー搭載型UAVへの対応等
- 標定点の数を大幅に削減

レーザー搭載型UAV



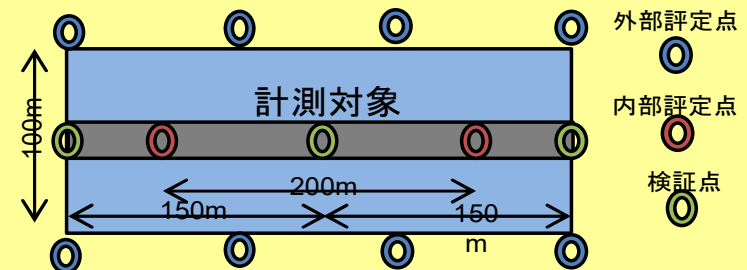
UAVのカメラ位置の直接定位



【効果】(※)約10,000m²(延長約200m)の
出来形管理（標定点計測外業）


- 現行: 測量作業時間 : 90分(13箇所)
- 改定: 検証点のみ測量: 25分(4箇所)

※) 参考: 現行の標定点設置ルール




河床掘削工事等、水中・水域部分の出来形管理に建設機械の施工履歴データを活用

① ICT土工と同様の起工測量、TSや船舶を用いた断面での起工測量も活用




② ICT活用による設計・施工計画

現況地形




設計計画



起工測量による3次元測量データ(現況地形)を活用し設計

③ ICT建機による施工・出来高、出来形計測の効率化



ICT建設機械による施工履歴データ

X,Y,Z


施工履歴データによる出来高、出来形管理

○ ICT土工(河床掘削)「出来形管理基準」

標高較差	
規格値(平均値)	平場 ±50mm
	法面 ±70mm
規格値(個々計測値)	±300mm

④ ICTの活用による検査の効率化

帳票自動作成




OK

発注者


施工履歴データから帳票自動作成により書類作成を効率化
実測作業省略による検査効率化



従来施工




土工と同様の起工測量




設計図

設計図から、施工数量を算出



施工と検測を繰り返して整形

管理項目



帳票作成・書面検査

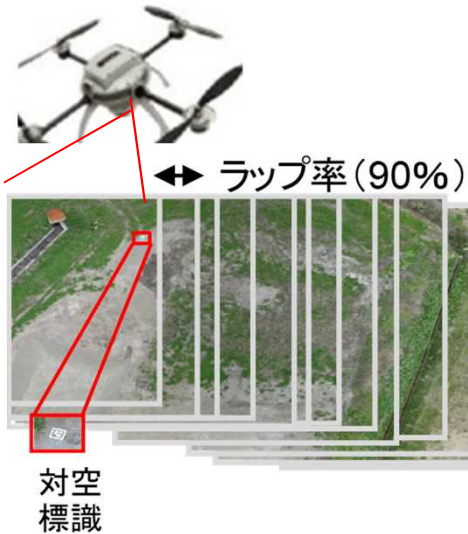
帳票作成、書類による検査、巻き尺等による実測作業

OK

発注者

■ ラップ率や標定点計測方法の緩和により更なる効率化を図る)

ラップ率の緩和



【現行の規定】
ラップ率が進行方向90%,隣接60%となるような飛行計画とする

【改定案】
実施ラップ率(進行方向)が80%以上であればよい。

標定点の設置・計測規定の緩和



【現行の規定】
・4級基準点、3級水準点相当の精度で計測

【改定案】
・横断測量相当の精度で良い(標高誤差±3cm)(※)

(※)起工測量・出来高部分払いに対する要求精度のみの規定緩和

【効果】(※)延長約1kmの出来形管理(外業)

- ・ 現行:約120分(飛行速度1m/s,4測線)
- ・ 改定:約70分(飛行速度2m/s,4測線)

【効果】(※)延長約1kmの起工測量(外業)

- ・ 現行:約250分(TS使用)
- ・ 改定:約170分(GNSSローバー使用)

- ・河川土工に含まれる河床掘削では、バックホウにより掘削・整形した範囲の一部が水中に没し、UVによる写真測量やレーザースキャナーを用いた出来形計測が困難である。
- ・現状では計測員が水中作業により計測作業を実施しているが、苦渋作業であり改善が必要である。
- ・河床掘削における現状の出来形や出来形管理方法の実態を調査するとともに、有効な出来形計測手法の提案を行う。

従来手法で施工した出来形の
現地計測箇所

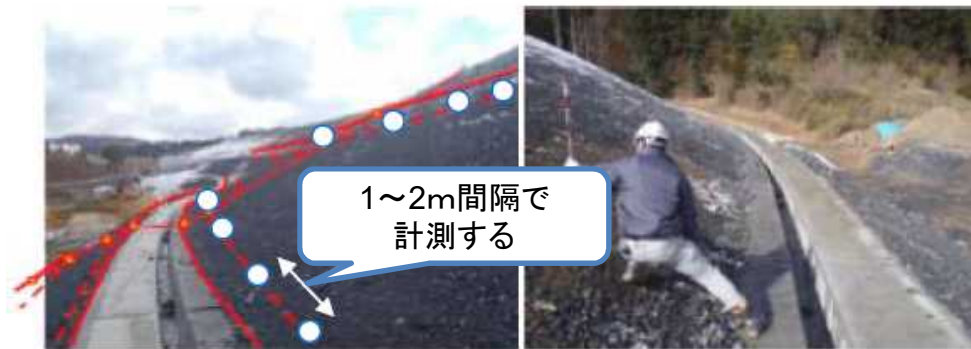


TSIによる計測

1~2m間隔で格子
状に計測する



1~2m間隔で
計測する

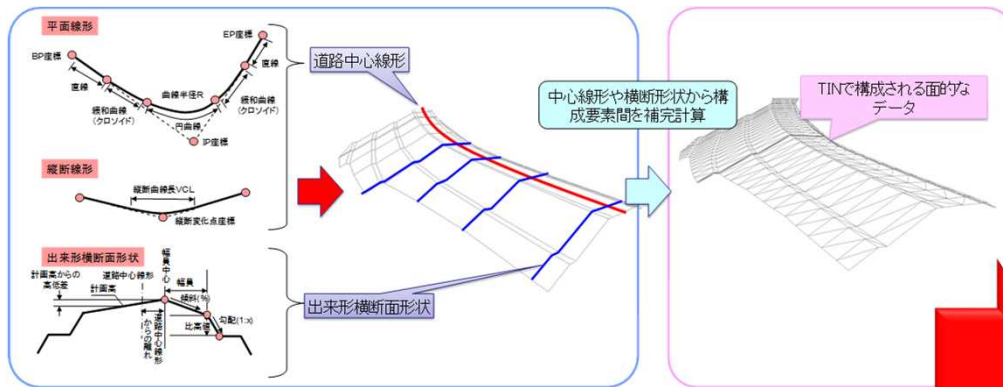


現場での計測方法イメージ

基準類 (素案) 根拠資料事例 (調査内容)

- 河川土工 (河床掘削) の面的な出来形のばらつきの実態調査)
- 河床掘削完了後の出来形を、TSにより縦断方向・横断方向ともに1~2m間隔で計測。

3次元設計データ



計測精度の比較方法

3次元設計データとTS計測結果の
標高差を確認

UAVIによる写真測量又は、LS点群
から作成したサーフェス

サーフェス上で
TS計測と同じ
平面位置の
座標

TS計測座標

点名	X座標	Y座標	TS	LS	差異
			Z座標	Z座標	
110+10CL-1	-117154.0508	-270.6965	167.577	167.581	0.004
110+10CL-2	-117156.0104	-271.0254	167.551	167.541	-0.01
110+10CL-3	-117157.9805	-271.3469	167.522	167.514	-0.008

トータルステーションによる面的な出来形計測データ

トータルステーション(TS)を用いて
メッシュ状に計測

TSIによる計測

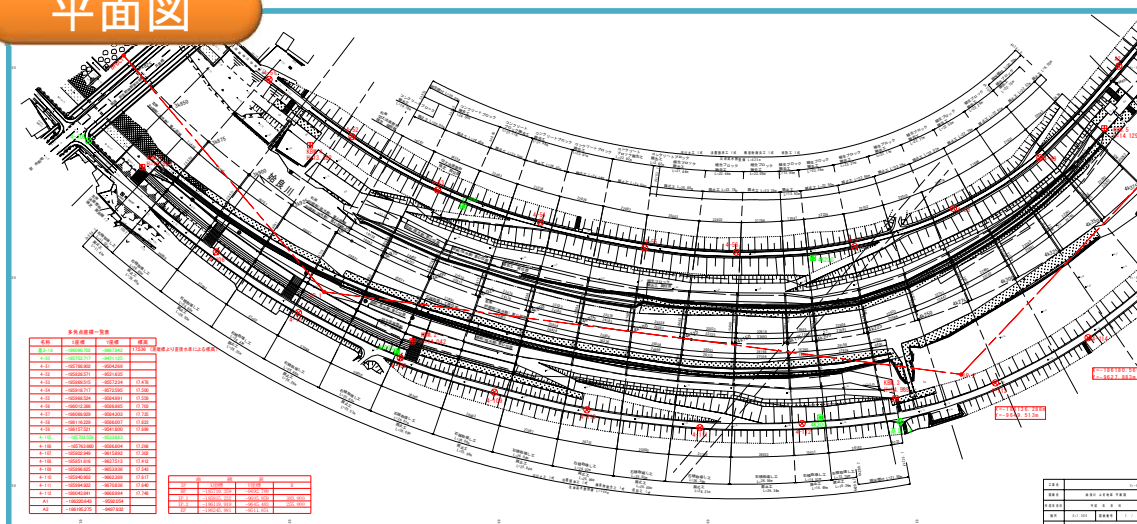


基準類 (素案) 根拠資料事例 (検証現場説明 実現場の場合1)

工事概要

工 事 名	〇〇河道掘削工事
工 事 場 所	〇〇県〇〇市〇〇町
工 期	令和〇年〇月〇日～令和〇〇年〇月〇日
発 注 者	
受 注 者	〇〇〇株式会社

平面図

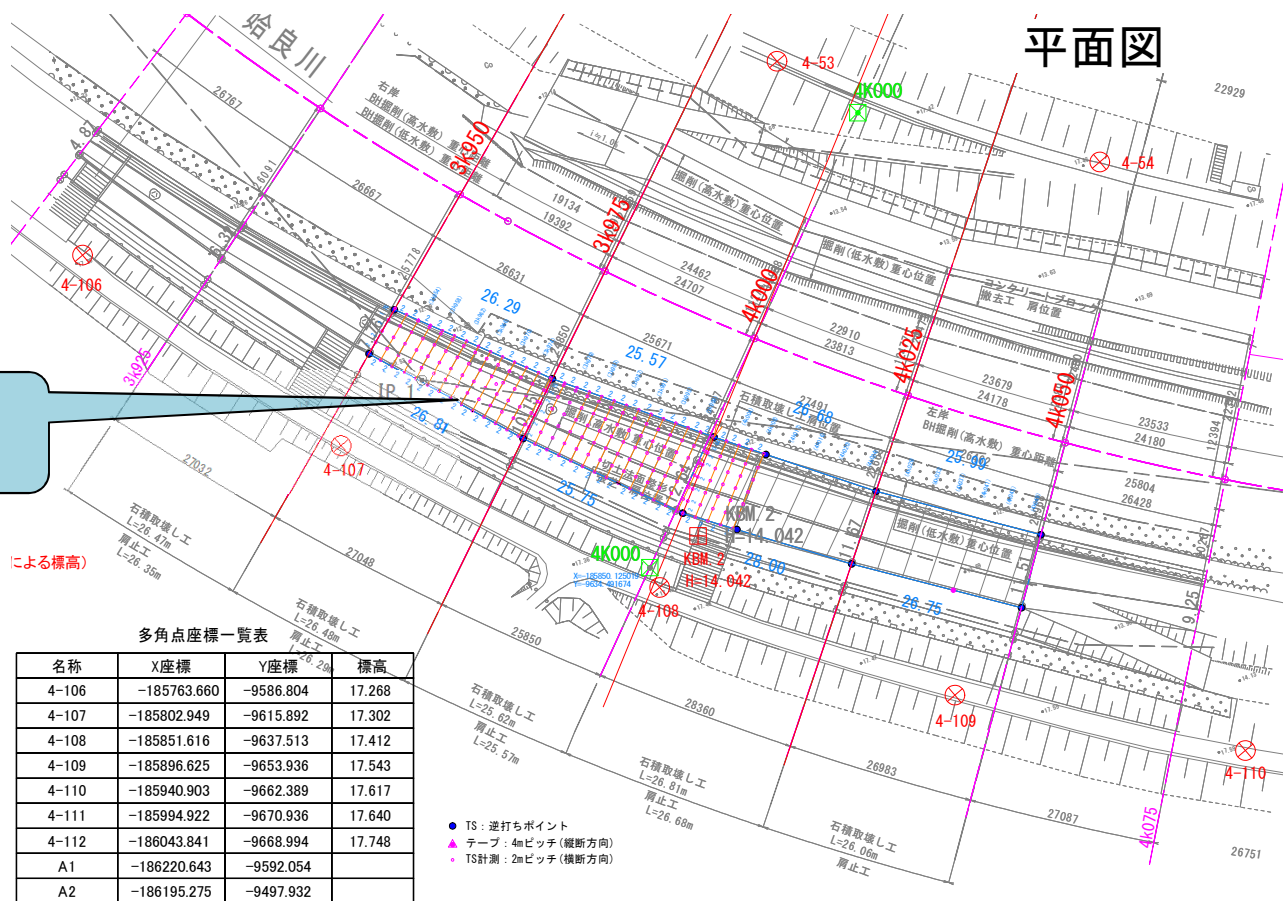


横断図



基準類 (素案) 根拠資料事例 (検証現場説明 実現場の場合2)

測点配置図



基準類 (素案) 根拠資料事例 (検証現場説明 実現場の場合3)

計測範囲



現地踏査状況



基準点設置状況



計測対象箇所(終点側)



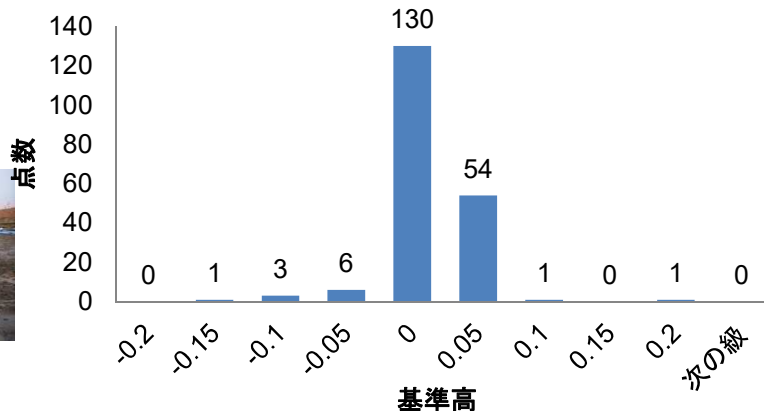
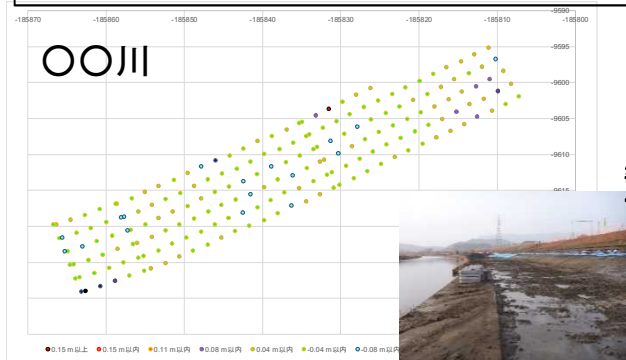
計測対象箇所(平場部)



計測対象箇所(終点側)

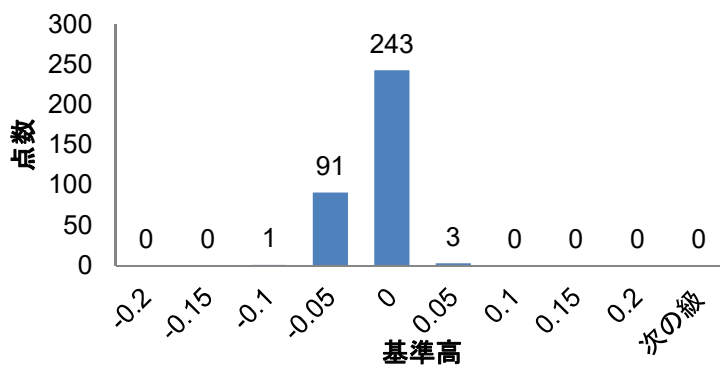
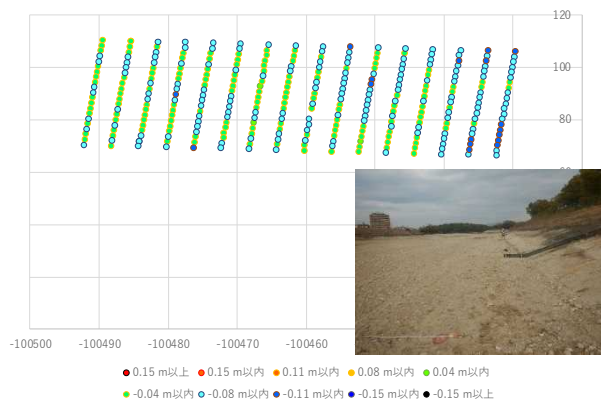
基準類 (素案) 根拠資料事例 (調査結果)

OTS計測結果と三次元設計データの比較による面的な施工精度検証)



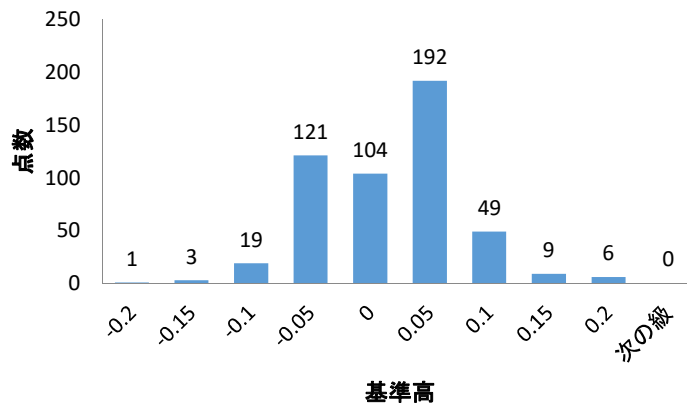
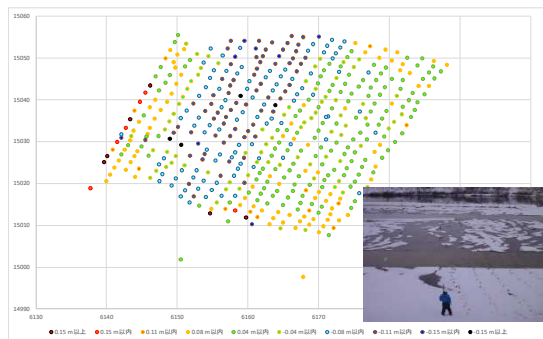
平均	-0.013
標準偏差	0.032
最大	0.151
最小	-0.165
個数	196

××川



平均	-0.041
標準偏差	0.019
最大	0.012
最小	-0.103
個数	338

▲▲川



平均	-0.008
標準偏差	0.060
最大	0.196
最小	-0.216
個数	504

基準類 (素案) 根拠資料事例 (面的管理基準 規格値の検討1)

○ 従来と同等以上の出来形(品質)を確保するための管理項目・測定箇所を検討

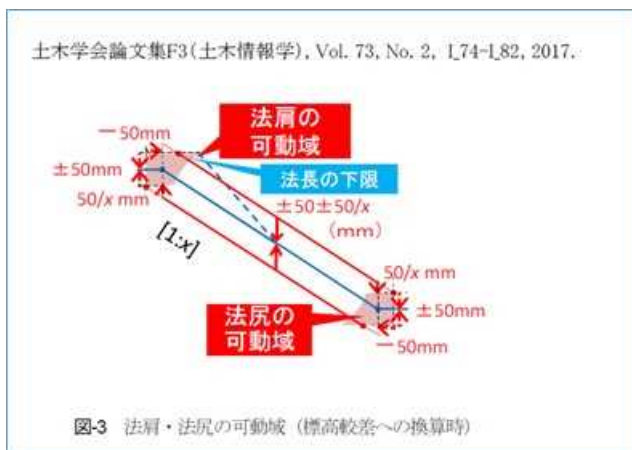
管理項目や測定箇所を変更する考え方の整理(例)

従来の管理項目と計測箇所

測定項目	規格値	測定基準	測定箇所
基準高 ∇	± 50	施工延長40m (測点間隔25mの場合は50m) につき1箇所、延長40m (又は50m) 以下のものは1施工箇所につき2箇所。	
法長 θ	$\theta < 5m$	ただし、「TS等光波方式を用いた出来形管理要領(土工編)(案)」または「RTK-GNSSを用いた出来形管理要領(土工編)(案)」の規定により測点による管理を行う場合は、設計図書に測点毎、基準高は、道路中心線及び端部で測定。	
	$\theta \geq 5m$		
幅 w_1, w_2	-100		



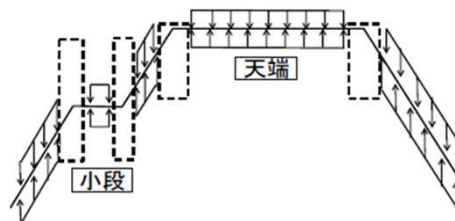
新たな管理項目



新たな管理項目と計測箇所

①管理項目

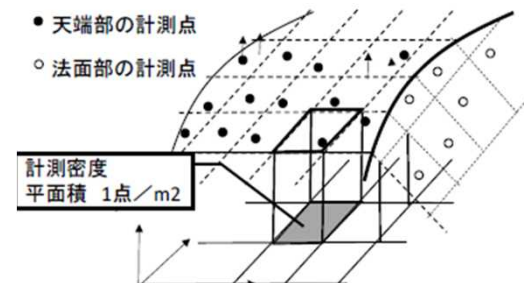
天端	標高較差
法面 (小段含む)	標高較差



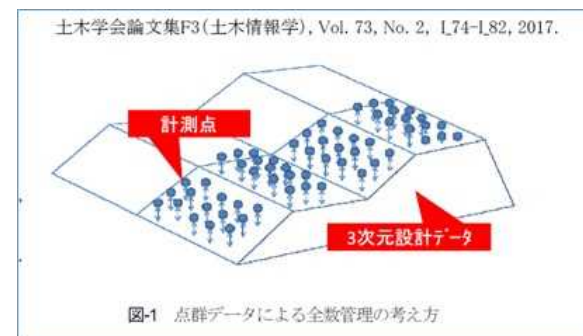
②計測箇所

- 天端部の計測点
- 法面部の計測点

計測密度
平面積 1点/m²



新たな計測箇所



基準類 (素案) 根拠資料事例 (面的管理基準 規格値の検討2)

○全数管理によるばらつきを考慮した新たな規格値設定(例)

土木学会論文集F3(土木情報学), Vol. 73, No. 2, 1,74-1,82, 2017.



図-1 点群データによる全数管理の考え方

検証データ

検証現場のデータ

表-2 実態調査結果

単位 mm	SU SL	平均	不良率 P(%)	σ_p	SU _{new} SL _{new}	
道路	天端	±50	13	6.2	33	±98
盛土	法面	±80	-13	4.7	48	±143
河川	天端	-50	1	8.2	36	-107
盛土	法面	-60	-3	6.8	40	-120
掘削工	路体	±50	-7	5.9	32	±95
	天端					
	法面	±70	3	2.7	36	±107
河川	天端	±50	-17	24.2	71	±211

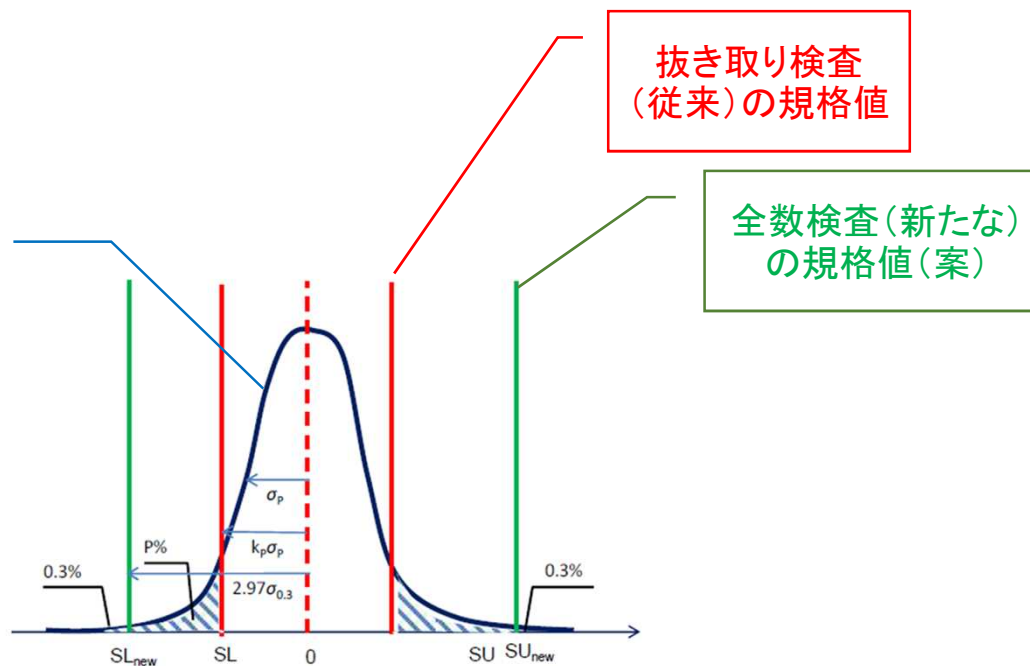


図-6 不良率を許容する正規分布のパラメータと新たな規格値

基準類 (素案) 根拠資料事例 (面的管理基準 規格値)

河床掘削を施工履歴データで管理する場合の規格値

工 種	測 定 項 目		規 格 値		測 定 基 準	測 定 箇 所
			平均値	個々の計測値		
掘削工 (水中部) (面管理の場合)	平場	標高較差	±50	+300以下	<p>1. 3次元データによる出来形管理において「音響測深機器を用いた出来形管理要領 (河川浚渫 (案))」、「施工履歴データを用いた出来形管理要領 (河川浚渫工事編 (案))」に基づき出来形管理を面管理で実施する場合、そのほか本基準に規定する計測精度・計測密度を満たす計測方法により出来形管理を実施する場合に適用する。</p> <p>2. 個々の計測値の規格値には計測精度として±100mmが含まれている。</p> <p>3. 計測は平場面と法面の全面とし、すべての点で設計面との標高較差を算出する。計測密度は1点/m² (平面投影面積当たり) 以上とする。</p>	
	法面 (小段 含む)	水平または 標高較差	±70	+300以下		

土木学会論文集F3(土木情報学), Vol. 73, No. 2, I_74-I_82, 2017.

i-Constructionにおける UAV を用いた土工出来 形管理の基準類の策定及びカイゼン

近藤 弘嗣¹・森川 博邦²・藤島 崇³・椎葉 祐士⁴

¹正会員 国土交通省 総合政策局 (〒100-8918 東京都千代田区霞が関 2-1-3)

E-mail:kondou-k87rj@mlit.go.jp

²正会員 国土交通省 国土技術政策総合研究所 (〒305-0804 茨城県つくば市旭 1 番地)

E-mail:morikawa-h8310@mlit.go.jp

³正会員 (一社) 日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 (〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154)

E-mail:fujishima_t@cmi.or.jp

⁴正会員 (一社) 日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 (〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154)

E-mail:shiiba@cmi.or.jp