

ICT活用工事(法面工)(島根県版)の手引き

発注者(監督職員、検査職員)や工事受注者(現場代理人、管理技術者)が実務で参考となる部分を纏めたものです。

ご不明な点は、各出来形管理要領および各出来形管理の監督・検査要領を参照願います。

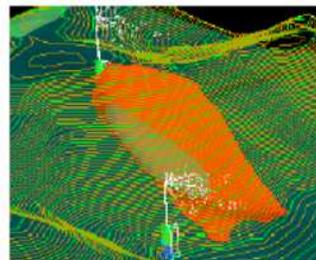
○ ICT活用 土工と合わせて3D設計データを作成し、法面工(吹付工)の施工管理に活用。

① UAV・TLSによる
3次元測量



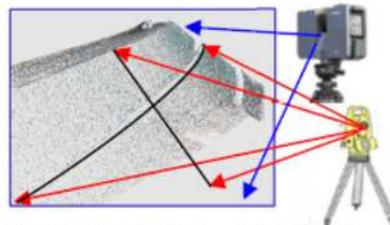
人の立入が危険な急
傾斜も短時間で面的
に3次元測量を実施

② 3次元測量データに
よる設計・施工計画



3次元測量結果から吹付面の
照査に基づく変更数量算出

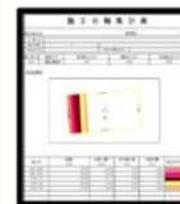
③ 施工、出来高、出来形管理
法面工のうち、吹付けに適用し
今後現場打ち法枠や、プレキャ
スト法枠等へ適用範囲を拡大



出来形数量確認には点群の他
TS等ノンプリ断面計測も可とする

○ 従来規格値及び測定項目を使用

④ 検査の効率化
TS等を用いた出来形管理
により検査を効率化。

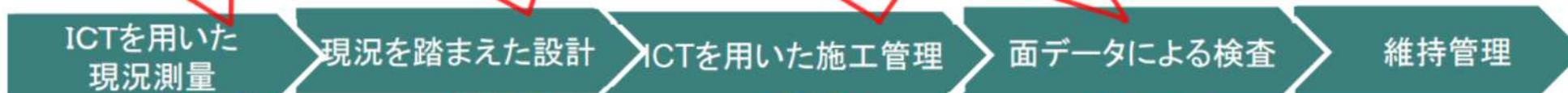


発注者

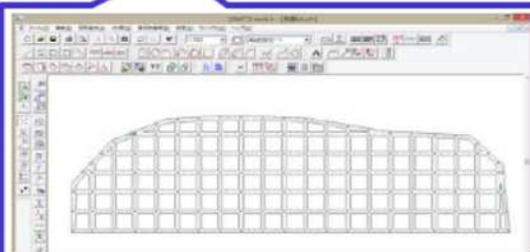
⑤ 維持管理の初期
値データへ



技術、ソフトウェアの確立
により取得データを点検
等の初期値として利活用



斜面上の測量作業



起工測量(現地形)に基づいて設計
成果を修正、枠割付等、配置見直し



斜面上の出来形計測



高所斜面上の臨場検査

1. ICT活用工事(法面工)(島根県版)の概要

ICT活用工事(法面工)(島根県版)とは、法面工の施工プロセスにおいて、以下に示すICT施工技術を全面的に活用する工事である。

次の①④⑤においてICT施工技術を活用することをICT活用施工というほか、法面工におけるICT活用施工を「ICT法面工」という。

- ① 3次元起工測量
- ② 3次元設計データ作成 →該当なし
- ③ ICT建設機械による施工 →該当なし
- ④ 3次元出来形管理等の施工管理
- ⑤ 3次元データの納品

なお、基本的には①④⑤の全ての段階でICT施工技術を活用するものとするが、**一部でICT施工技術を活用する場合も可**とする。

「一部でICT施工技術を活用する場合」とは、**①④のいずれかを含むもの**をいう。

ポイント

3次元計測技術を用いた出来形計測要領(案)記載を参照。

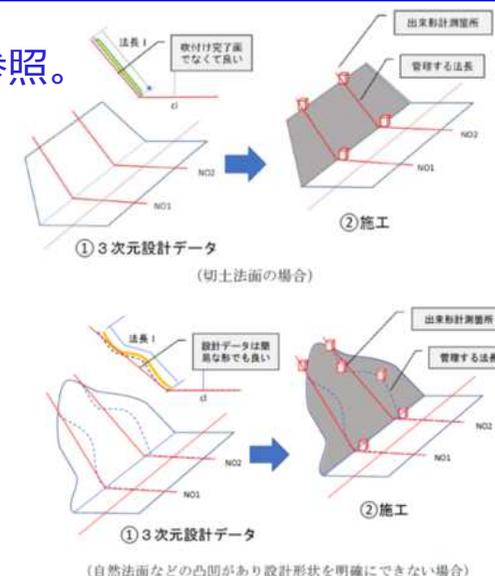
第4章 4-1 3次元設計データの作成

(3) 3次元設計データの要素データ作成

自然法面や吹付け面等の場合は、出来形横断の詳細形状ではなく、出来形横断面の方向を示す形状を作成するだけで良い。

(4) 法枠工における3次元設計データの扱いについて

現状、現地合わせによる施工を行っている法枠工の3次元設計データを作成する事が困難であるため。



① 3次元起工測量

起工測量において、3次元測量データを取得するため、下記1)～8)から選択(複数も可)して測量を行うものとする。起工測量にあたっては、施工現場の環境条件により、面的な計測のほか、管理断面及び変化点の計測による測量を選択できるものとする。また、法面工の関連施工としてICT土工が行われる場合、その起工測量データ及び施工用データを活用することができるものとする。

- 1) 空中写真測量(無人航空機)を用いた起工測量
- 2) 地上型レーザースキャナーを用いた起工測量
- 3) トータルステーション等光波方式を用いた起工測量
- 4) トータルステーション(ノンプリズム方式)を用いた起工測量
- 5) RTK-GNSSを用いた起工測量
- 6) 無人航空機搭載型レーザースキャナーを用いた起工測量
- 7) 地上移動体搭載型レーザースキャナーを用いた起工測量
- 8) その他の3次元計測技術を用いた起工測量

ポイント

ICT活用工事(土工)島根県版手引きVer.2906 P.21~P.51参照

(1) UAVを使う場合は、使用機器・ソフトウェア(UAV及び使用するデジタルカメラの計測性能、機器構成及び利用するソフトウェア)と、撮影計画(空中写真の撮影コース及び重複度等)が記載された施工計画書を提出します。

(2) TLSやTS(ノンプリズム方式)、UAVレーザーを使う場合は、使用機器・ソフトウェア(LSの計測性能、機器構成及び利用するソフトウェア)が記載された施工計画書を提出します。

(3) UAVレーザーを使う場合は、使用機器・ソフトウェア(UAVレーザー本体の計測性能、機器構成及び利用するソフトウェア)と、飛行計画(飛行経路、飛行高度、レーン間の計測範囲重複度等)が記載された施工計画書を提出します。

※起工測量にTLSやTS(ノンプリズム方式)、UAVレーザーを使う場合、受注者は精度確認試験結果報告書を提出します。

※施工計画書には、使用するシステムの機能および精度が要領に準拠していることを確認できる資料(メーカーカタログ等)



① 3次元起工測量

ICT活用工事(法面工)の起工測量対象箇所とは、法面処理を行う地山施工基面にあたります。1-3記載の対象工事の法面処理の施工基面について解説します。

① 「一般土木工事」

掘削工、盛土工、法面整形工の施工に付随した法面処理の施工基面とは、土工部分完成形状表面部となります。



土工に付随した工事における施工基面

② 「法面処理工事」

法面処理単独での法面処理の施工基面とは、伐採後及び既設法面对策物を撤去した地山表面部となります。



法面処理工及び維持修繕工事における施工基面

③ 「維持修繕工事」

法面処理単独での法面処理の施工基面とは、伐採後及び既設法面对策物を撤去した地山表面部となります。
尚、既設法面对策物を存置する施工方法(モルタル注入等)を用いる場合の起工測量の必要性については、監督職員と協議を行い決定して下さい。

ポイント

ICT活用工事(土工)に付随する法面処理工の施工基面取得の注意点

- (1) ICT活用工事(土工)で施工を行っている現場は、土工完成時の3次元計測データ(出来形)が法面処理工の施工基面(起工測量)となりますので、法面工完了時(工事竣工段階の地形)の3次元出来形計測も必要となります。
- (2) 計測装置位置と計測対象箇所との離隔・位置関係により1)~8)のICTを用いた計測においては、精度確保が困難となる箇所や繰り返し計測を行うことが必要となる箇所等も想定される。面的管理が非効率になる場合は、監督職員と協議の上、1)~8)の各要領を適用することなく、管理断面による出来形管理を行っても良い。

出来形管理方法については、手引き④3次元出来形管理等の施工管理で詳しく説明します。



ICT活用工事(土工)完了時面的評価対象面



ICT活用工事(法面工)完了時

④ 3次元出来形管理等の施工管理

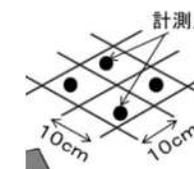
起工測量と同様に出来形測量においても3次元測量データを取得するため、下記1)～8)から選択(複数も可)して測量を行うものとする。出来形測量にあたっては、施工現場の環境条件により、面的な計測のほか、管理断面及び変化点の計測による測量を選択できるものとする。また、法面工の関連施工としてICT土工が行われる場合、その起工測量データ及び施工用データを活用することができるものとする。

- 1) 空中写真測量(無人航空機)を用いた起工測量
- 2) 地上型レーザースキャナーを用いた起工測量
- 3) トータルステーション等光波方式を用いた起工測量
- 4) トータルステーション(ノンプリズム方式)を用いた起工測量
- 5) R T K - G N S Sを用いた起工測量
- 6) 無人航空機搭載型レーザースキャナーを用いた起工測量
- 7) 地上移動体搭載型レーザースキャナーを用いた起工測量
- 8) その他の3次元計測技術を用いた起工測量

ポイント

ICT活用工事(土工)島根県版手引きVer.2906 P.78~P.82参照

- (1) UAV、TLS起工測量時の計測密度は 0.25m^2 ($0.5\text{m}\times 0.5\text{m}$ メッシュ)あたり1点以上に対して出来形測量時の計測密度は 0.01m^2 ($0.1\text{m}\times 0.1\text{m}$ メッシュ)あたりに1点以上の取得となります。トータルステーション(ノンプリズム方式)等の計測密度は 1m^2 ($1\text{m}\times 1\text{m}$ メッシュ)あたりとなりますので各要領をご確認下さい。
- (2) 3次元設計データの作成を伴わない工種となる為、ICT活用工事(土工)の管理手法である面的な評価は行わず、令和2年3月 3次元計測技術を用いた出来形計測要領(案)P.3~P.5を参考とした管理方法を採用する。
- (3) 法枠工における幅、高さの算出方法については、令和2年3月 3次元計測技術を用いた出来形計測要領(案)「資料1 法枠工における出来形算出ガイド」を参照する事。



出来形測量時の計測密度



図1-3 単点計測技術を用いる場合の出来形計測方法

図1-5 多点計測技術を用いる場合の出来形計測方法

④ 3次元出来形管理等の施工管理

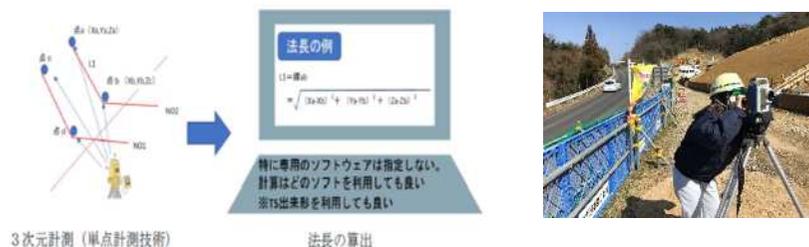
令和2年3月 3次元計測技術を用いた出来形計測要領(案) P.3~P.5及びP.22~P.24参照

3次元計測技術による出来形管理における出来形管理項目は、「出来形管理基準及び規格値(案)」で示すとおりとする。ただし、幅、法長、延長、高さの端部、枠中心間隔、基準高となる点を3次元計測技術で計測し、座標間の距離により算出することができる。

① 出来形の計測値を算出するために用いる3次元座標データ取得方法

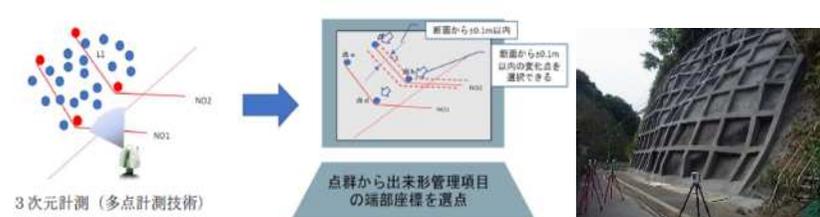
a) 単点計測技術を用いる場合

管理対象として計測する断面あるいは測線上において、計測項目の端部等の3次元座標値を計測し座標を取得する。



b) 多点計測技術を用いる場合

多点計測技術で取得した計測点群から計測する断面あるいは測線の±10cmの範囲内にある取得点群より任意に3次元座標を選択し座標値を取得する。

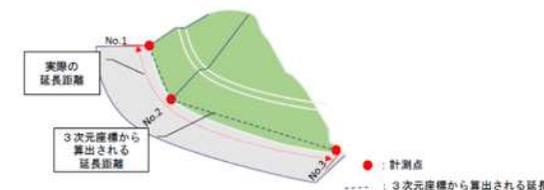


ポイント

(1) 3次元座標データをもとに算出した数値では管理に支障をきたす場合には、監督職員と協議の上、従来のレベル・巻尺等による実測を行う。

管理に支障をきたす場合とは？(延長計測に関する留意点と同様な事例)

3次元座標データをもとにした延長の算出は、計測した3次元座標の点間を連続的に直線で結んで算出するため、計測対象の曲線の形状によっては、実際の距離と異なる場合がある。そのため、延長算出上支障が生じる。



④ 3次元出来形管理等の施工管理

令和2年3月 3次元計測技術を用いた出来形計測要領(案) P.3~P.5及びP.22~P.24参照

② 出来形の計測値を算出方法

幅の算出：計測すべき断面上または測線上の幅を構成する端部の2箇所の3次元座標間の水平距離を用いる。
幅を分割して計測する場合は、分割位置を含む3次元座標を結んだ水平距離の累積長さを幅とする。

法長の算出：計測すべき断面上または測線上の法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。
法長を分割して計測する場合は、分割位置を含む3次元座標を結んだ斜距離の累積長さを法長とする。

延長の算出：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。
延長を分割して計測する場合は、分割位置を含む3次元座標を結んだ斜距離の累積長さを延長とする。

高さの算出：計測すべき高さを構成する端部の2箇所を計測し、計測した3次元座標間の鉛直方向の差分、法枠工については斜距離を用いる。

枠中心間隔の算出：計測すべき枠の枠中心間隔を構成する2箇所を計測し、計測した3次元座標間の斜距離を用いる。

基準高の算出：計測すべき箇所の標高を用いる。

ポイント

取得3次元座標データを点群処理システム上で計測します。

- (1) 単点計測技術を用いた場合は、点群処理システムへ3次元座標登録を行いポイントを利用しそれぞれの算出方法にて計測を行います。
- (2) 多点計測技術を用いた場合は、計測する断面あるいは測線の $\pm 10\text{cm}$ の範囲内にある取得点群より任意に3次元座標を選択し座標値を取得しその3次元座標登録を行いポイントを利用しそれぞれの算出方法にて計測を行います。



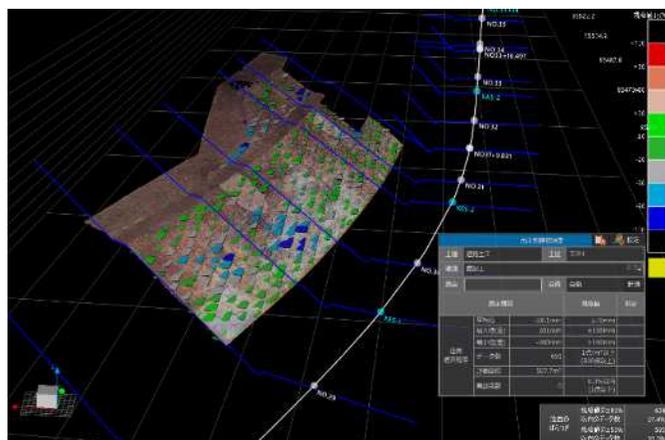
TS出来形管理座標値を利用した出来形計測

④ 3次元出来形管理等の施工管理

令和2年3月 3次元計測技術を用いた出来形計測要領(案) P.3~P.5及びP.22~P.24参照

③ 出来形の計測値実施事例：「一般土木工事」掘削工 単点計測技術

ICT活用工事(土工)では、3次元設計データによる施工を行い標高較差による面的な出来形評価が標準管理となりますが、法面処理で出来形管理は土工完了法面に法面処理を施工した後にそれぞれの計測値算出方法にて計測を行います。



ICT活用工事(土工)対象法面面的評価



植生吹付工完了後によるTS出来形管理3次元座標を用いた出来形測定

ポイント

面的管理が非効率になる場合は監督職員と協議が必要です。

- (1) 土工完成時と法面処理完成時(工事竣工段階の地形)と同一箇所を複数3次元計測技術を用いる事が非効率となる場合。
- (2) 土工完成時に受圧板などの法面処理が完了しており、土工設計面での面的評価を行えない場合。
- (3) 天候不順(暴風、降雨、降雪、積雪)が数日間続き工程に支障が来たす場合。

対処方法の例

- (1) 土工施工完了箇所毎に3次元計測技術を用い点群データを取得する。(自社保有と現場での取得環境が整えば可能だが効率性も考慮して下さい。)
- (2) 土工施工完了時TS出来形管理を行い、法面処理工完成時(工事竣工段階の地形)に3次元計測技術を用い点群データを取得する。

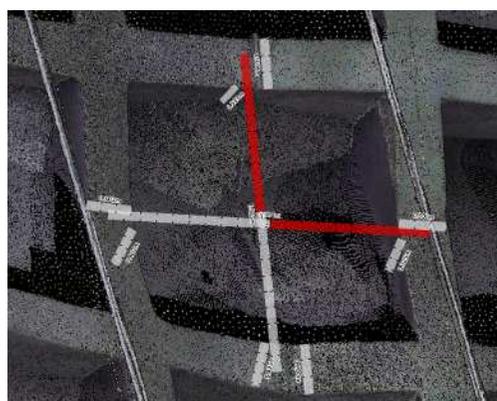
④ 3次元出来形管理等の施工管理

令和2年3月 3次元計測技術を用いた出来形計測要領(案) P.3~P.5及びP.22~P.24参照

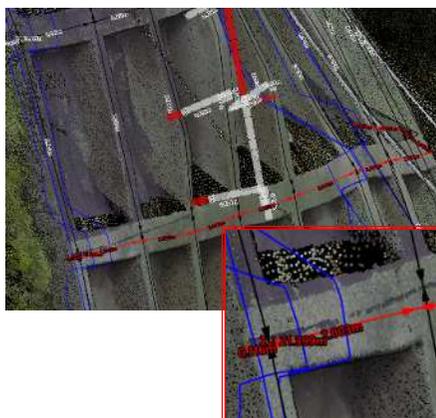
③ 出来形の計測値実施事例：「法面処理工事」多点計測技術

法面処理工事で施工を行った計測対象を3次元計測技術で包括的にデータ取得を行い点群処理システムにてそれぞれの計測値算出方法にて計測を行います。

法枠出来形（枠延長）



法枠出来形（幅、高さ、枠中心間隔）



法枠出来形（分割計測累計延長）

測定箇所	実測	点群計測	比較(点群-実測)
縦梁 1	13.200	13.288	0.088
縦梁 2	13.150	13.157	0.007
縦梁 3	13.150	13.164	0.014
縦梁 4	13.620	13.636	0.016
縦梁 5	15.400	15.481	0.081
縦梁 6	15.500	15.511	0.011
縦梁 7	15.200	15.225	0.025
縦梁 8	15.150	15.163	0.013
縦梁 9	15.400	15.443	0.043
縦梁 10	14.500	14.501	0.001
縦梁 11	11.100	11.101	0.001
縦梁 12	8.300	8.311	0.011

測定箇所	実測	点群計測	比較(点群-実測)
横梁 1	5.880	5.886	0.006
横梁 2	3.000	3.003	0.003
横梁 3	8.940	8.939	-0.001
横梁 4	11.020	11.032	0.012
横梁 5	18.580	18.611	0.031
横梁 6	20.140	20.132	-0.008
横梁 7	21.300	21.302	0.002
横梁 8	21.380	21.415	0.035
横梁 9	21.400	21.399	-0.001
横梁 10	21.420	21.445	0.025
横梁 11	21.500	21.500	0.000
横梁 12	8.570	8.583	0.013

従来方法計測値 L=317.4m

3次元点群計測値 L=317.8m

枠交点間の直線延長を計測
※枠のアンギュレーションに沿った計測も可能

④ 3次元出来形管理等の施工管理

③ 出来形の計測値実施事例：「法面処理工事」多点計測技術

本要領では、(2)出来形管理基準および規格値に記載の通り厚さ管理は対象外としているが、安全性向上の観点より一つの例として施工事例を示します。この管理方法については、監督職員と協議の上行って下さい。

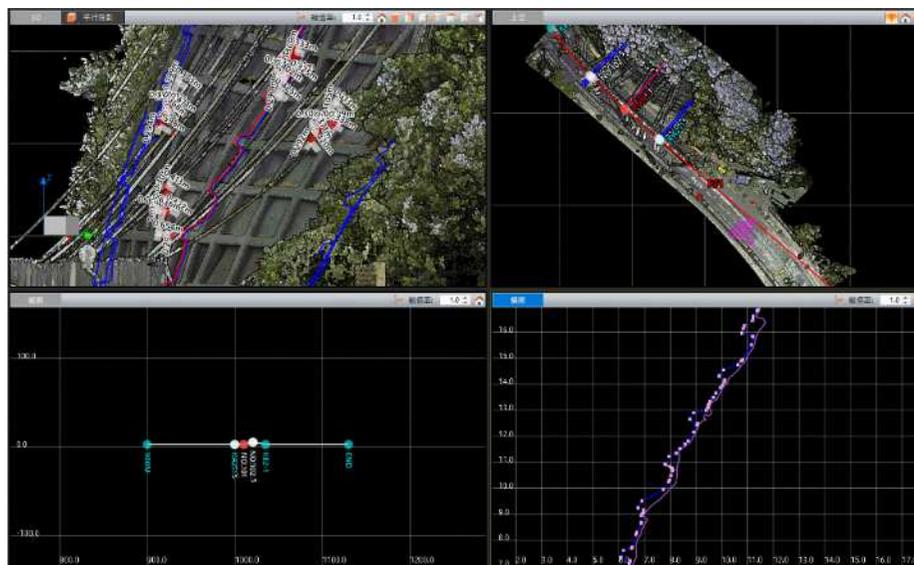
手順1) ICT活用工事(土工)でも利用しています点群処理システムの断面抽出機能を利用し施工基面データと出来形計測データそれぞれ管理断面形状を抽出します。

手順2) 施工基面データと出来形計測データそれぞれ断面形状構成点座標を縦横断SIMAデータ形式にて出力します。

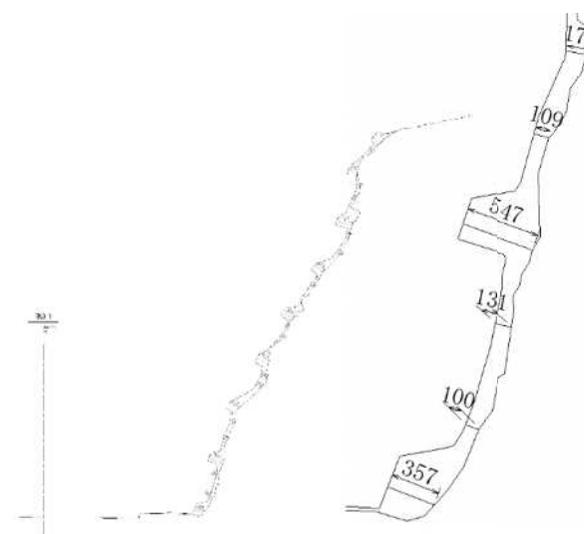
手順3) 施工基面データと出来形計測データそれぞれの縦横断SIMAデータを2次元CADで結線したCAD図とします。

手順4) 施工基面線分から出来形計測線分へ垂線を作図し、その垂線の距離を測定する事で厚さを計測する事が出来ます。

手順5) 2次元CADは、編集の自由度が高い為、出来形寸法の信憑性を確保する為、再現性可能とする方法として縦横断SIMAデータを「ICON」フォルダーへ登録し電子納品のデータとして納品して下さい。



点群処理システム断面抽出機能

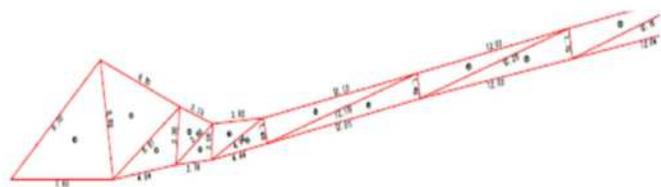


断面形状構成点座標を縦横断SIMAデータを利用した断面図

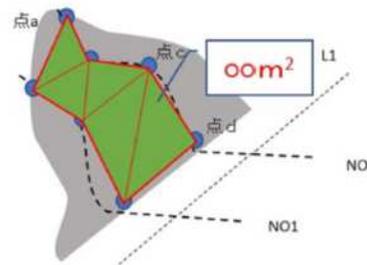
数量算出

令和2年3月 3次元計測技術を用いた出来形計測要領(案) P.24参照

3次元計測座標を用いた出来形計測結果等(起工測量結果を含む)を用いて展開図を作成し数量算出を行う。



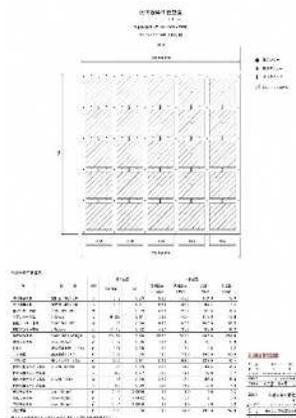
出来形計測結果等(起工測量結果を含む)を用いて展開図作成した面積計算



3次元座標を用いたTINによる面積計算方法

数量算出実施事例

従来の算出方法



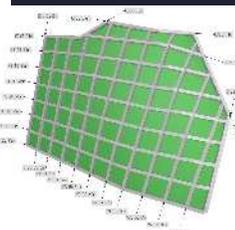
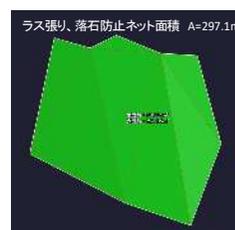
縦梁 : $297 \times 0.583 = 173.2\text{m}$

横梁 : $297 \times 0.481 = 142.9\text{m}$

$173.2 + 142.9 = 316.1\text{m}$

施工形状(枠割付)も反映できず
実施施工との“誤差”あり

GNSSローバ測定3次元座標点(9測点)を用いた算出方法



名称	単位	数量
ラス張り	m ²	297
落石防止ネット	m	318
水切りパイプ等	m ³	1
斜り足場板等(200mm)	m ²	297.1
つる植物	m	320
合計		322

高さ	延長	展開面積	積算数量
V1	9.53	0.3	18.2
V2	11.94	0.3	11.64
V3	15.17	0.3	14.7
V4	15.56	0.3	15.56
V5	15.27	0.3	14.7
V6	9.40	0.3	18.1
V7	10.51	0.3	15.41
V8	14.50	0.3	14.2
V9	13.72	0.3	13.7
V10	13.72	0.3	13.2
合計			172.8

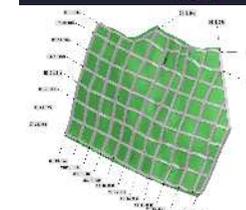
高さ	延長	展開面積	交差面積	積算数量
H1	11.30	0.5	1.80	2.50
H2	8.80	0.5	1.40	1.85
H3	6.30	0.5	1.00	1.35
H4	3.80	0.5	0.60	0.80
H5	1.30	0.5	0.20	0.25
合計			4.60	6.35

名称	単位	数量	展開面積	交差面積	積算数量
ラス	m ²	297			297
天板	m ²	3.41			3.41
水切り	m	3.00			3.00
斜り足場	m ²	297.1			297.1
下層	m ²	20.82			20.82
合計					621.3

318.2m

施工形状(枠割付)をある程度反映
でき一定の“精度”

3次元計測点群データより算出



名称	単位	数量
ラス張り	m ²	319.5
落石防止ネット	m	320
水切りパイプ等	m ³	1
斜り足場板等(200mm)	m ²	319.5
つる植物	m	320
合計		321.5

高さ	延長	展開面積	積算数量
V1	11.01	0.3	18.7
V2	14.47	0.3	13.2
V3	15.62	0.3	14.7
V4	15.80	0.3	15.8
V5	14.90	0.3	14.6
V6	10.00	0.3	18.0
V7	10.00	0.3	18.0
V8	10.00	0.3	18.0
V9	10.00	0.3	18.0
V10	10.00	0.3	18.0
合計			172.7

高さ	延長	展開面積	交差面積	積算数量
H1	11.00	0.3	1.80	2.50
H2	8.80	0.3	1.40	1.85
H3	6.30	0.3	1.00	1.35
H4	3.80	0.3	0.60	0.80
H5	1.30	0.3	0.20	0.25
合計			4.60	6.35

名称	単位	数量	展開面積	交差面積	積算数量
ラス	m ²	319.5			319.5
天板	m ²	3.41			3.41
水切り	m	3.00			3.00
斜り足場	m ²	319.5			319.5
下層	m ²	20.82			20.82
合計					621.3

320.0m

細かいアンジュレーションも
反映でき“高精細”

⑤ 3次元データの納品

受注者は、UAVやLS等の3次元計測技術による出来形管理では、起工測量データや出来形管理等の工事書類（電子成果品）「ICON」フォルダに格納して提出します。

《表-1 ICT活用工事と適用工種》

段階	技術名	対象作業	建設機械	適用		監督・検査 施工管理	備考
				新設	修繕		
3次元起工測量 ／3次元出来形管理等の 施工管理	空中写真測量(無人航空機)を用いた 起工測量／出来形管理技術(土工)	測量 出来形計測	-	○	○	①、②、⑩、⑬、⑮	
	地上型レーザースキャナーを用いた 起工測量／出来形管理技術(土工)	測量 出来形計測	-	○	○	③、④、⑳	
	トータルステーション等光波方式を用いた 起工測量／出来形管理技術(土工)	測量 出来形計測	-	○	○	⑨、⑩	
	トータルステーション(ノンプリズム方式)を用いた 起工測量／出来形管理技術(土工)	測量 出来形計測	-	○	○	⑪、⑫	
	RTK-GNSSを用いた 起工測量／出来形管理技術(土工)	測量 出来形計測	-	○	○	⑬、⑭	
	無人航空機搭載型レーザースキャナーを用いた 起工測量／出来形管理技術(土工)	測量 出来形計測	-	○	○	⑤、⑥	
	地上移動体搭載型レーザースキャナーを用いた 起工測量／出来形管理技術(土工)	測量 出来形計測	-	○	○	⑦、⑧	
	3次元計測技術を用いた出来形計測	出来形計測	-	○	○	⑮、⑯	

【凡例】○:適用可能、△:一部適用可能、-:適用外

ポイント

ICT活用工事(土工)島根県版手引きVer.2906 P.88参照

- (1) 「ICON」フォルダを追加します。
- (2) 格納するファイル名は、いずれの3次元計測技術による出来形管理資料が特定できるように記入します。
- (3) トレーサビリティ確保のため、3次元出来形管理の全データを提出するものとします。

3次元計測技術名	略称(●●●)
空中写真測量(無人航空機)	UAV
地上型レーザースキャナー	TLS
TS	TS
TS(ノンプリズム方式)	TSN
RTK-GNSS	GNSS
無人航空機搭載型レーザースキャナー	ULS

計測機器	整理番号	図面種類	番号	改訂履歴	内容	記入例
●●●	0	DR	001~	0~Z	・3次元設計データ(LandXML等のオリジナルデータ(TIN))	●●●0DR001Z 拡張子
●●●	0	CH	001~	-	・出来形管理資料(出来形管理図面(PDF)または、ビュー付き3次元データ)	●●●0CH001 拡張子
●●●	0	IN	001~	-	・3次元計測技術による出来形評価用データ(CSV、LandXML、LAS等のポイントファイル)	●●●0IN001 拡張子
●●●	0	EG	001~	-	・3次元計測技術による起工測量計測データ(LandXML等のオリジナルデータ(TIN))	●●●0EG001 拡張子
●●●	0	SO	001~	-	・3次元計測技術による造形計測データ(LandXML等のオリジナルデータ(TIN))	●●●0SO001 拡張子
●●●	0	AS	001~	-	・3次元計測技術による出来形計測データ(LandXML等のオリジナルデータ(TIN))	●●●0AS001 拡張子
●●●	0	GR	001~	-	・3次元計測技術による計測点群データ(CSV、LandXML、LAS等のポイントファイル)	●●●0GR001 拡張子
●●●	0	PO	001~	-	・工事基準点および調整用基準点データ(CSV、LandXML、SIMA等のポイントファイル)	●●●0PO001 拡張子

ファイル命名規則

