

3次元計測技術を用いた出来形管理の活用手引き(案)

第9編 法面工編

令和4年12月 ※令和6年3月一部改訂

国土交通省関東地方整備局

○出来形管理の変革イメージ

従来は、基準高・法長・幅・高さ・延長を**検尺テープ等**により計測して出来形管理を実施していた。
 ⇒ICT活用工事により**3次元計測技術を用いた出来形計測**を実施することで、出来形管理の**省力化・省人化**を図る。

Before

検尺テープによる出来形管理

- ・出来形基準項目の寸法を検尺テープで計測。
- ・計測結果を用いて手動で帳票作成、写真管理。



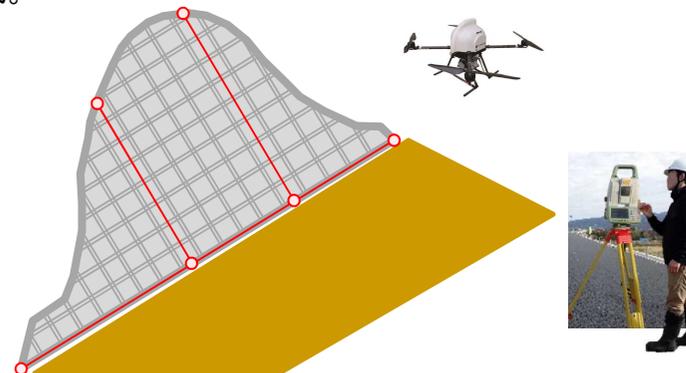
After

3次元計測技術による出来形管理

- ・3次元計測機器(表9-1参照)を用い出来形計測。
- ・取得した3次元データの差分を算出することで、出来形を管理。
- ・ソフトウェアにより半自動的に帳票作成。

表9-1 TLS等適用可能な3次元計測技術 例

3次元計測技術 例
TS等光波方式
空中写真測量(UAV)
地上型レーザー扫描仪
無人航空機搭載レーザー扫描仪



実施効果

- ・出来形計測時間の短縮
- ・出来形管理の安全性の向上
- ・出来形管理帳票作成ソフトウェアによる出来形管理資料作成の短縮
- ・作成した3次元モデルと出来形管理地点を重ね合わせることで複雑な構造を視覚的に把握可能

○出来形管理基準及び規格値

3次元出来形計測の測定項目及び規格値は、2次元計測時と同様である。
 3次元計測手法は、TS等光波方式を活用した**単点計測技術**、UAV・レーザースキャナーを活用した**多点計測技術**がある。3次元計測機器は、要求精度(表9-4参照)を満足するものを選定する。

Before

※法枠工の出来形管理基準及び規格値の例

表9-2 測定項目及び規格値

測定項目		規格値
法長 l	$l < 10m$	-100mm
	$l \geq 10m$	-200mm
幅 w		-30mm
高さ h		-30mm
枠中心間隔 a		$\pm 100mm$
延長 L		-200mm

表9-3 測定基準及び測定箇所

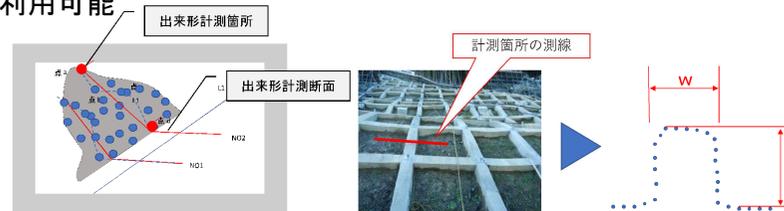
測定基準	<ul style="list-style-type: none"> ●【法長】施工延長40m(測点間隔25mの場合は50m)につき1箇所、延長40m(又は50m)以下のものは1施工箇所につき2箇所 ●【幅、高さ、枠中心間隔】枠延長100mにつき1箇所、枠延長100m以下のものは1施工箇所につき2箇所 ●【延長】1施工箇所毎
測定箇所	

After

※法枠工の出来形管理基準及び規格値の例

1. 出来形管理基準及び規格値

- ・法面工の測定項目及び規格値は、表9-2参照(従来どおり)。
- ・法面工の出来形計測には、「単点計測」と「多点計測」の両方の計測技術を利用可能



2. 要求精度

法面工における単点計測および多点計測の計測時の要求精度は、表9-4を満足する必要がある。

表9-4 計測技術及び要求精度

計測技術	単点計測	多点計測
要求精度	<ul style="list-style-type: none"> ・規格値200mm⇒$\pm 20mm$以内 ・規格値100mm⇒$\pm 10mm$以内 ・規格値 50mm⇒$\pm 5mm$以内 	<ul style="list-style-type: none"> ・法長 $L < 10m$ 規格値-100mm⇒30mm以下 ・法長 $L \geq 10m$ 規格値-200mm⇒30mm以下 ・幅W 規格値-30mm⇒10mm以下 ・高さh 規格値-30mm⇒10mm以下 ・枠中心間隔a 規格値$\pm 100mm$⇒30mm以下 ・延長L 規格値-200mm⇒30mm以下
計測密度	—	・出来形計測: 1点以上/0.0025㎡

参照元: 土木工事施工管理基準及び規格値(案) 令和4年3月 国土交通省 p. I -127

3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案) 令和4年3月版 国土交通省 p. 9-36、23

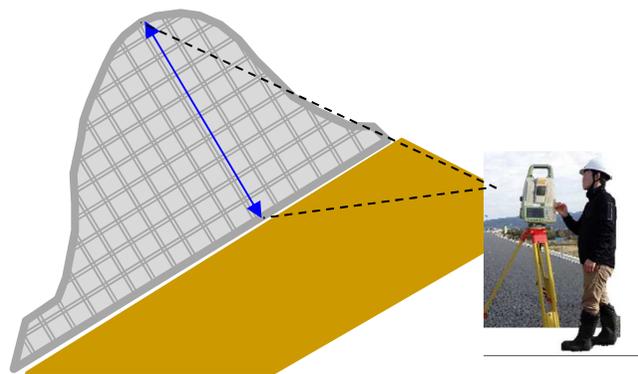
◆参考資料: 3次元計測手法の選定

法面工の出来形計測には、「**単点計測**」と「**多点計測**」の、両方の計測技術を利用可能。

- ・狭域範囲を計測: 基準点の設置範囲が少なく、データ取得が短期間で実施可能 ⇒ **単点計測が有効**
- ・広域範囲を計測: 広い範囲を短時間でデータの取得が実施可能 ⇒ **多点計測が有効**

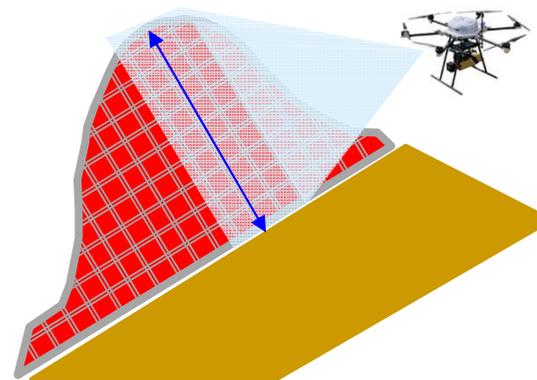
表9-5 法面工の出来形計測に用いる主な3次元計測技術(赤字: 要領(案)で具体的な方法が示されている技術)

単点計測	多点計測
<p>TS(ノンプリズム方式) ※基準点を設け座標を取得。 そして、ソフトウェア上で出来形を計測。</p>	<p>レーザースキャナー [地上型、地上移動体搭載型] ※面的に座標を取得し、ソフトウェア上でTINを作成。 そして、ソフトウェア上で面の法長・高さ等の出来形を計測。</p>
TS等光波方式	空中写真測量(UAV)
RTK-GNSS	—



基準点の座標から、ソフトウェア上で法長を算出

図9-1 単点計測イメージ図(法長計測の場合)



取得した点群データをもとにソフトウェア上でTINを作成し、法長等を計測

図9-2 多点計測イメージ図

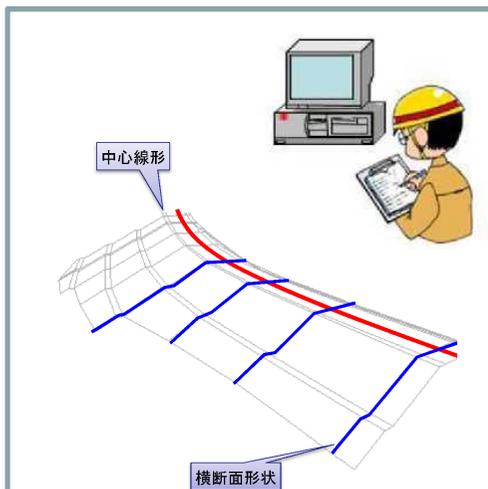
○出来形管理方法と出来形管理資料作成：単点計測技術を用いた出来形管理

単点計測の出来形管理作業は、**3次元設計データ**と3次元計測機器(TS等)で取得した**出来形計測データ**と差分を算出し、**規格値以内**か判定する。その結果を**出来形管理資料**として作成する。

※3次元設計データが無い場合

①3次元設計データ作成

設計図書を基に、出来形計測点との比較が可能な3次元設計データの作成を行う。

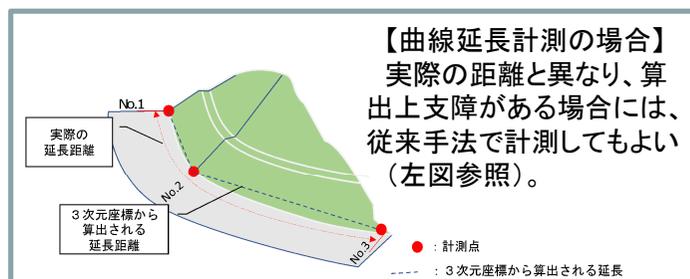
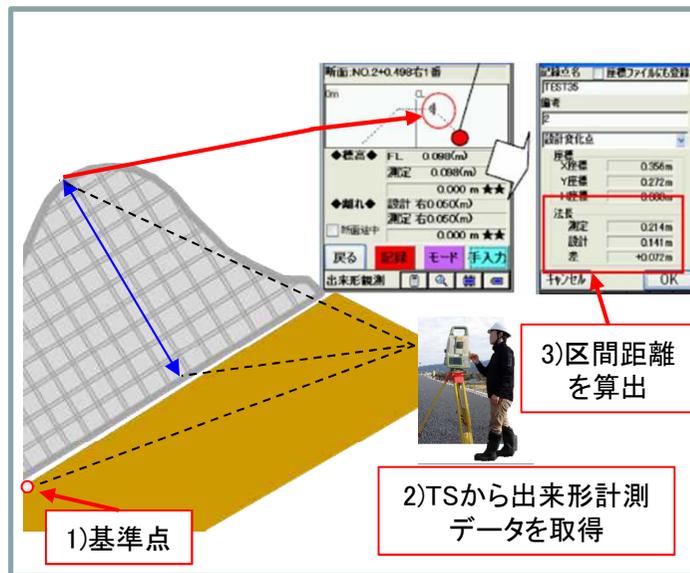


入力した3次元設計データ

※法枠工については、現地合わせによる施工を行っており、3次元設計データを作成することが困難であるため、出来形計測時に用いる設計値は従来どおりとし、3次元設計データの作成は必須としない。

②出来形計測

TS等を用いた計測により、出来高計測データを取得。出来形は、3次元設計データと出来形計測データの差分。



【曲線延長計測の場合】
実際の距離と異なり、算出上支障がある場合には、従来手法で計測してもよい(左図参照)。

③出来形管理資料作成

出来形計測データを用いて出来形寸法を算出し従来と同様に出来形管理資料を作成。

出来形管理帳票作成(従来どおり図面作成)

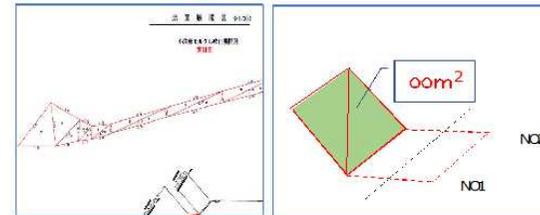
・出来形管理図



合格の判定条件
測定項目の値が規格値以内

不合格の判定条件
測定項目の値が規格値外

・出来高(展開図あるいは座標計測の点群で作成したTINとその面積)



出来形計測位置の一覧作成

出来形計測箇所が計測すべき断面上又は測線上で計測されていることを示す資料(3次元設計データに計測箇所を表示した平面図あるいは、これを確認できるビューア付3次元モデルファイル)を添付。

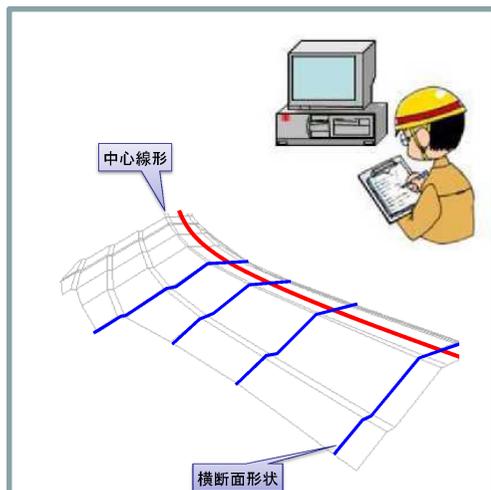
○出来形管理方法と出来形管理資料作成：多点計測技術を用いた出来形管理

多点計測の出来形管理作業は、3次元計測技術で計測し、座標間の距離により出来形を算出する。3次元設計データとの差分を算出し、**規格値以内**か判定する。その結果を**出来形管理資料**として作成する。

※3次元設計データが無い場合

①3次元設計データ作成

設計図書を基に、出来形計測点との比較が可能な3次元設計データの作成を行う。

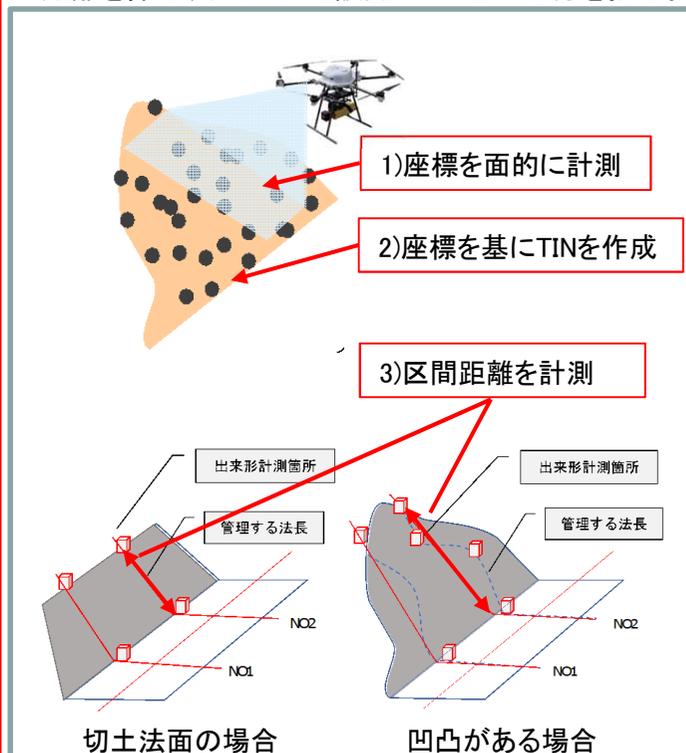


入力した3次元設計データ

※法枠工については、現地合わせによる施工を行っており、3次元設計データを作成することが困難であるため、出来形計測時に用いる設計値は従来どおりとし、3次元設計データの作成は必須としない。

②出来形計測

対象構造物の座標を面的に計測し、TINを作成。出来形は、ソフトウェア上で出来形計測点の区間距離を算出、及び3次元設計データとの差分を抽出。



【所定の密度で計測が困難な場合(例 支障物あり)】
施工後の写真で補完することが可能。

③出来形管理資料作成

3次元座標を用いて出来形寸法を算出し従来と同様に出来形管理資料を作成。

出来形管理帳票作成(従来どおり図面作成)

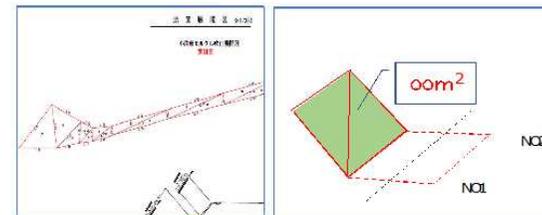
・出来形管理図



合格の判定条件
測定項目の値が規格値以内

不合格の判定条件
測定項目の値が規格値外

・出来高(展開図あるいは座標計測の点群で作成したTINとその面積)



出来形計測位置の一覧作成

出来形計測箇所が計測すべき断面上又は測線上で計測されていることを示す資料(3次元設計データに計測箇所を表示した平面図あるいは、これを確認できるビューアー付3次元モデルファイル)を添付。