

はじめに

- 平成28年より本格的に始まった『i-Construction』の進歩とともに、建設現場においては3次元データや情報通信技術を適用することにより、高効率・高精度な施工が進んできました。従来よりも多くの点で出来形管理が可能となり、これまで以上に品質確保がなされ、また、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期待されます。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、今後は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可能となるなどの効果が期待されます。このような中、令和4年3月に国土交通省より『**3次元計測技術を用いた出来形管理要領**』(案)(以下、**管理要領(案)**)の改訂版が発出され、【**構造物工(橋脚・橋台)編**】は試行要領から実施要領となっております。さらに、令和5年3月に改訂されております。
- 本運用ガイド(案)は、「管理要領(案)」の「**構造物工(橋脚・橋台)編(第13編)**」について**地上型レーザースキャナによる3次元出来形計測**を行い、その検証結果をもとに「管理要領(案)」をより運用しやすいものとするための解説として作成しています。(管理要領(案)令和5年3月版に基づき作成)

= 本運用ガイド(案)の対象外 =

「**構造物工(橋脚・橋台)編(第13編)**」に関する下記事項は、本運用ガイドでは記載していません。

○空中写真測量(UAV)および無人航空機搭載型レーザースキャナによる実施検証は行っていません。

○「第13編第3章第5節5-3写真計測技術を用いた表面状態の把握と記録」、「第7章出来形管理写真技術」に関しては「管理要領(案)」の参照をお願いします。

編	章	節	工種	対象とする出来形測定項目	対象外の出来形測定項目	
道路 編	橋梁 下部	橋台工	橋台躯体工	基準高・厚さ・天端幅・敷幅 高さ・胸壁の高さ・天端長・敷長 胸壁間距離 支間長及び中心線の変位 支承部アンカーボルトの箱抜き規格値(鉛直度)	支承部アンカーボルトの箱抜き規格値(鉛直度)	
			橋脚躯体工(張出式)	基準高・厚さ・天端幅・敷幅 高さ・天端長・敷長 橋脚中心間距離 支間長及び中心線の変位 支承部アンカーボルトの箱抜き規格値(鉛直度)	支承部アンカーボルトの箱抜き規格値(鉛直度)	
		RC橋脚工	橋脚躯体工(重力式)	基準高・厚さ・天端幅・敷幅 高さ・長さ 橋脚中心間距離 支間長及び中心線の変位 支承部アンカーボルトの箱抜き規格値(鉛直度)	支承部アンカーボルトの箱抜き規格値(鉛直度)	
			橋脚躯体工(ラーメン式)	基準高・厚さ・天端幅・敷幅 高さ・長さ 橋脚中心間距離 支間長及び中心線の変位 支承部アンカーボルトの箱抜き規格値(鉛直度)	支承部アンカーボルトの箱抜き規格値(鉛直度)	
				橋脚躯体工(半重力式)	基準高・厚さ・天端幅・敷幅 高さ・長さ 橋脚中心間距離 支間長及び中心線の変位 支承部アンカーボルトの箱抜き規格値(鉛直度)	支承部アンカーボルトの箱抜き規格値(鉛直度)
					基準高・厚さ・天端幅・敷幅 高さ・長さ 橋脚中心間距離 支間長及び中心線の変位 支承部アンカーボルトの箱抜き規格値(鉛直度)	支承部アンカーボルトの箱抜き規格値(鉛直度)

本運用ガイド(案)は地上型レーザースキャナによる出来形管理「橋脚躯体工(張出式)」について、検証をもとに出来形計測等を説明するものです。



「橋脚躯体工（張出式）」における出来形管理でのポイント

項目・内容	管理要領（案）	運用ガイド	
1. 施工計画書	P 13-6~7	P 3 , 4	・ 準備物の整理 ・ 計測方法の検討
2. 準備工	P 13-8	P 5	・ 工事基準点の設置
	P 13-9~13,40	P 6	・ 3次元設計データの作成
[躯体施工]			
3. 出来形計測	P 13-15~16	P 7 ~ 8	・ 計測箇所 ・ 計測器械点の設置計画
	P 13-15・32・34	P 9	・ 計測時の留意点
	P13-29	P 1 0	・ 計測時期
	P13-48~49	P 1 1 ~ 1 4	・ 検証点の考え方 ・ 検証点の設置 ・ 検証点の中心点の抽出 ・ 計測時間と計測密度の検証結果
4. 出来形評価	P13-15・44~48	P 1 5	・ 点群からの作図
	P13-44~51	P 1 6	・ 評価
5. 出来ばえ評価	P13-18~21	P 1 7 , 1 8	・ 評価データの作成 ・ ヒートマップ作成
6. 従来手法との比較		P 1 9	・ 従来手法との比較

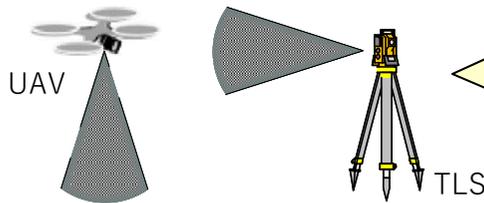
施工計画書は『3次元計測技術を用いた出来形管理要領』（案）で求められる事項を記載します。



3次元計測技術を用いた出来形管理では、施工計画書に適用工種、使用機器等の事項を記載する必要があります。

- 受注者は、施工計画書及び添付資料に次の事項を記載しなければならない。
- 1) 適用工種
適用工種に該当する工種を記載する。適用工種は、「第2章 適用の範囲」を参照されたい。
 - 2) 適用区域
本管理要領（案）による出来形計測範囲を記載する。
 - 3) 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
契約上必要な出来形計測を実施する出来形計測箇所を記載する。また、該当する出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真を記載する。
 - 4) 使用機器
3次元計測技術の種別及び計測性能を記載する。
計測性能及び適正な精度管理の実施記録を提出する。
 - 5) ソフトウェア
3次元設計データ作成ソフトウェアについて記載する。
出来形座標確認ソフトウェアについて記載する。
 - 6) 使用する3次元計測技術による計測に関わる事項
使用する3次元計測技術による計測を実施する際に、施工計画書に記載しなければならない事項を記載する。3次元計測技術によって内容が異なるため、「第4章 第1節 計測技術」に定める各技術における「出来形計測」を参照されたい。

第3章 第1節 施工計画書より 出典：管理要領(案) P.13-6

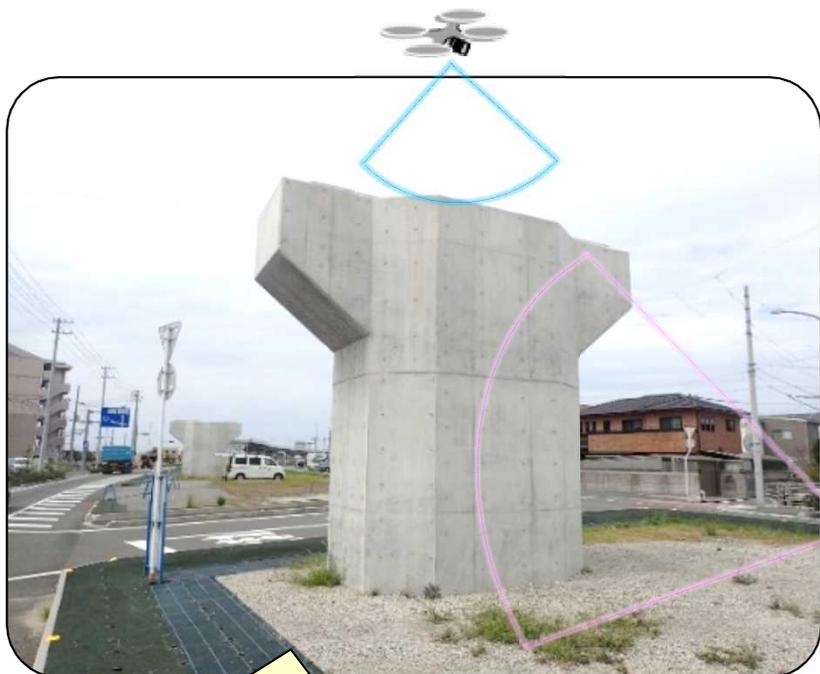


使用機器の選定

計測機器の設置制限や障害物の有無、UAVの飛行制限等を判断して選定します。

ポイント

- 使用機器……………工種や施工箇所に適した機器を選定する。（地上型レーザースキャナ、UAV、従来型併用等）
- ソフトウェア……………要求事項を満足するソフトウェア、必要な機能を有するソフトウェアを選定する。
（検証点の中心の検出、構造物の形状の確定が容易なソフトウェアを選ぶと効率的）
- 検証点……………検証点の素材（耐水性など）や設置位置の検討を行う。■
- 計測計画……………設計、施工計画の確認及び出来形計測の観測位置、計測機器の配置計画、工程計画を行う。



沓座



3次元計測技術は観測箇所や現場状況に合わせて選定します。

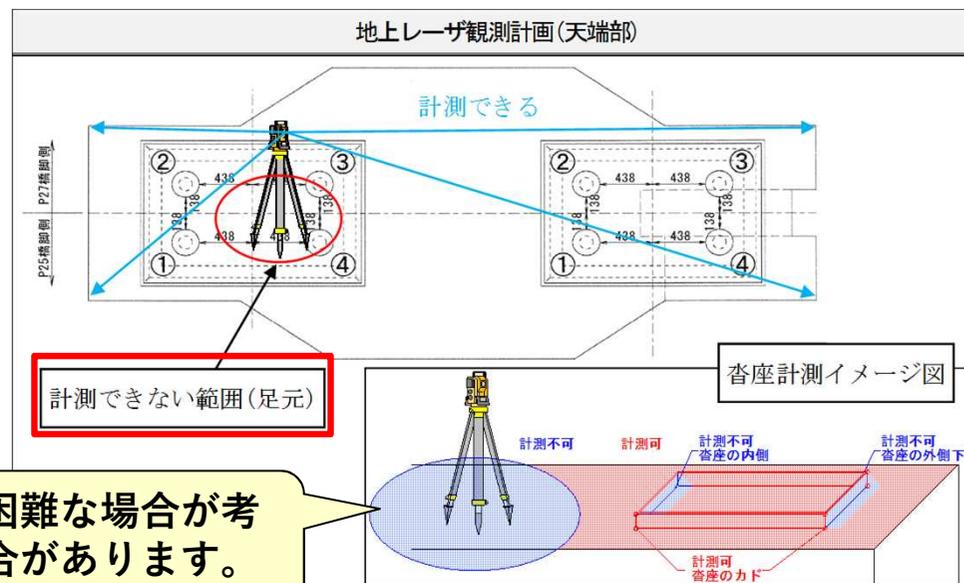
柱・梁 フーチング : 地上レーザースキャナー

天端 : 空中写真 (UAV)

無人航空機搭載型スキャナー

現場状況により地上型レーザースキャナーと空中写真測量(UAV)などの併用が考えられます。

沓座周りなどは地上型レーザースキャナーでの計測が困難な場合が考えられるため従来手法により計測する方が効率的な場合があります。



ポイント

- ・3次元計測技術を用いると高所など危険個所の計測が安全に行える一方で、作業スペースが狭い場合や仮設土留め等の障害物があるなど従来手法の方が効率的な場合もあるため、監督職員と協議を行い現場状況に応じて適切に選択する。

2. 準備工（工事基準点の設置）

本管理要領（案）に基づく出来形管理で利用する工事基準点は、監督職員に指示を受けた基準点を使用して設置する。

出来形管理で利用する工事基準点の設置にあたっては、「国土交通省 公共測量作業規程」に基づいて実施し、測量成果、設置状況と配置箇所を監督職員に提出して使用する。

第3章 第2節 工事基準点の設置より

出典：管理要領(案) P.13-8

設置する工事基準点は下記のポイントに留意して設置箇所を計画します。

3次元計測において器械点または後視点として使用する基準点の精度（整合性）は出来形管理結果に影響するので十分な精度管理が必要です。



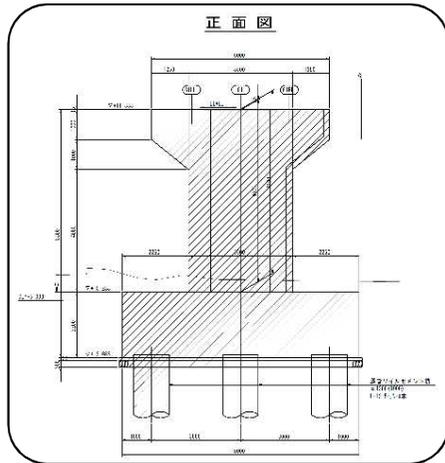
出来形計測は橋台上部など高所からの観測も考えられるため、工事の仮設足場の位置も含め設置に留意が必要です。

ポイント

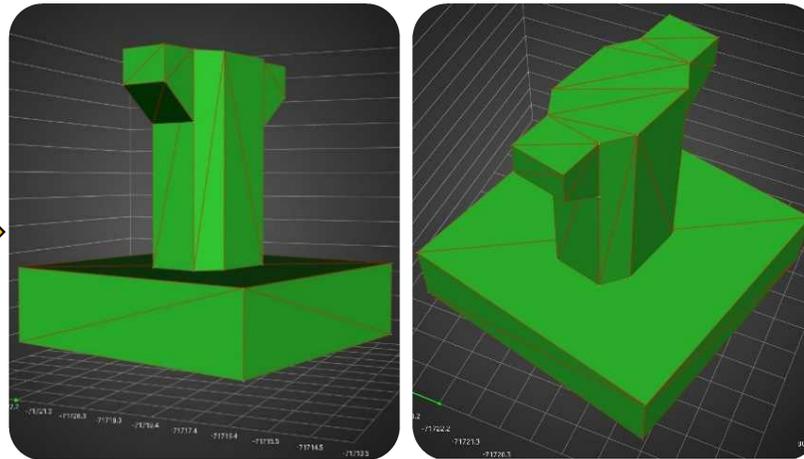
- ・ 出来形値の整合性の観点から、工事で使用した基準点を既知点とするのが望ましい。
- ・ 他の既知点および前日施工した作業点を観測し、ずれていないか始業前点検を行う。
- ・ 地上型レーザースキャナー計測の後視点として新設基準点を利用する場合は、配点位置をよく検討しておく。
(検証点の観測や後方交会法の後視点として利用するなど後続作業を踏まえた配点計画を行う。)

2. 準備工（3次元設計データ作成）

3次元設計データは「出来ばえ評価」に使用します。
従来の2次元図書を基に各変化点の座標値を読み取り、TIN（不等三角網）データとして3次元設計データを作成します。



2次元図書



3次元設計データ



項目	対象	内容	チェック結果
1) 基準点及び1手基準点	全点	<ul style="list-style-type: none"> 国土院員の推定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) 3次元設計データ	全点	<ul style="list-style-type: none"> 入力した設計図等と対比する3次元設計データは正しいとなっているか？ 	

※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ない場合は、チェック結果欄に“△”と記すこと。

要領（構造物工編）参考資料-1より 出典：管理要領(案) P.13-43

作成した3次元設計データは、チェックシートを基に照合を行います。
チェックシートは発注者に提出します。

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・出力することができ、以下の機能を有することとする。

- 1) 3次元設計データ等の要素読込（入力）機能
- 2) 3次元設計データ等の確認機能
- 3) 設計面データの作成機能
- 4) 3次元設計データの作成機能
- 5) 座標系の変換機能
- 6) 3次元設計データの出力機能

必要機能を有するソフトを選択します。

第3章 第4節 3次元データ作成より 出典：管理要領(案) P.13-10

(3) 急カーブの作成

- TINモデルは、三角形の集合で形状を表現する。そのため、道路中心線系に求められるクロソイド線、円弧線はすべて直線近似で表現される。ここでは、カーブ区間における1区間の近似として、必要となる近似線の長さ（近似部のTINモデルの大きさ）を示す。なお、2次元近似線の精度は、1区間の近似の最大誤差が100mmであることを、その1/5の精度である20mm以内に収めることとする。

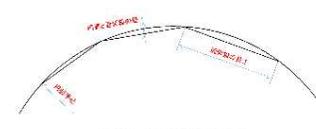


図 5-9 円弧と近似線の関係

表 5-1 円弧と近似線の差（半径 50m～1,000m、円弧の長さ 1m～20m）

単位:m	円弧の長さ m									
	1	2	3	4	5	10	20			
半	0.0005	0.0100	0.0224	0.0389	0.0624	0.2497	0.9966			
100	0.0012	0.0050	0.0112	0.0199	0.0312	0.1249	0.4995			
200	0.0006	0.0025	0.0056	0.0100	0.0156	0.0624	0.2499			
500	0.0002	0.0010	0.0022	0.0040	0.0062	0.0250	0.0999			
1,000	0.0001	0.0005	0.0011	0.0020	0.0031	0.0125	0.0500			

$$\text{近似線の長さ} = \sqrt{\frac{\text{円弧と近似線の差} \times \text{円弧半径}}{0.125}}$$

- 表5-1に示す下欄の値が各円弧の半径と、必要長さ区間のTINモデルの大きさとの関係を示している。一例を挙げると、半径50メートルの円弧である場合、円弧の長さが2m以下の関係となるように近似線を発生させ、TINモデルの合併を繰り返す必要がある。

出典：LandXML1.2に準じた3次元設計データ交換標準の運用ガイドライン（案）

ポイント

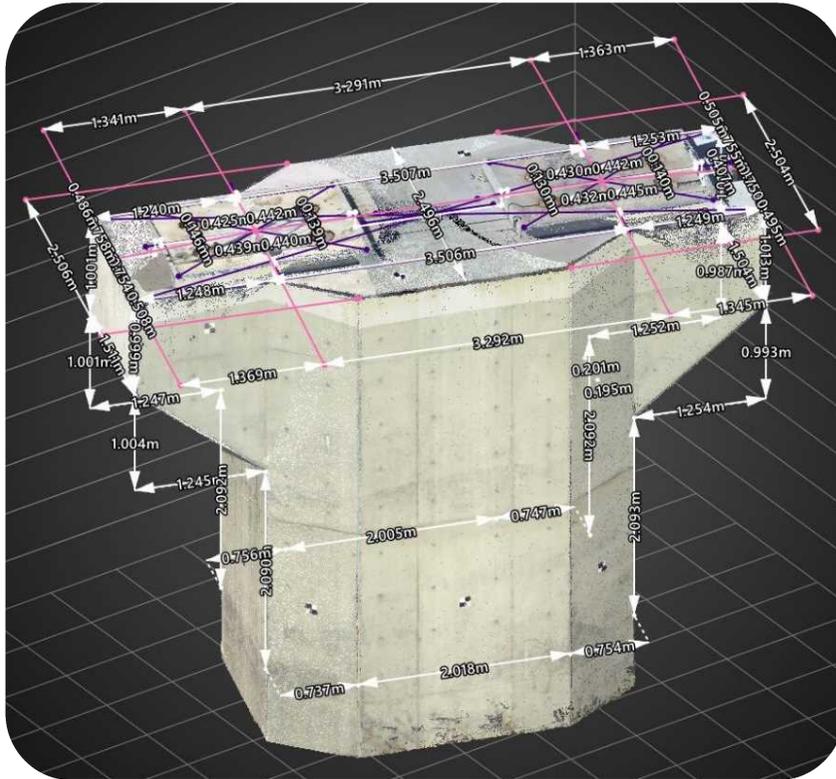
- TINデータは三角形の集合であるため曲線部は対象外として良いが（要領P13-11）対象とする場合、曲線部は表現できないため、曲線部の3次元設計データを作成する際は、座標値の読み取りを密にし、近似的に曲線を表現する必要がある。具体的には、「LandXML1.2に準じた3次元設計データ交換標準の運用ガイドライン（案）Ver1.4 令和3年3月 国土交通省大臣官房技術調査課」に基づき、曲線と近似線の差が出来形規格値の1/5以下の精度で収まるように座標値を読み取る必要がある。

3. 出来形計測（計測箇所）

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、基準高・厚さ・天端幅・敷幅・高さ・胸壁の高さ・長さ・天端長・敷長・胸壁間距離・橋脚中心間距離・支間長及び中心の変位・支承部アンカーボルトの箱抜きが出来形（計画高・平面位置）を構成する点を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。

第3章 第5節 5-1-3 出来形計測箇所より

出典：管理要領(案) P.13-16



出来形計測を実施する箇所を記載した
施工計画書を作成する必要があります。

従来からの出来形管理と同様の計測箇所を
計測することになります。
但し、支承部アンカーボルトの箱抜き規格
値（鉛直度）は「管理要領（案）」では適
用対象外です。

計測項目を確認し、
漏れがないように
計画します。

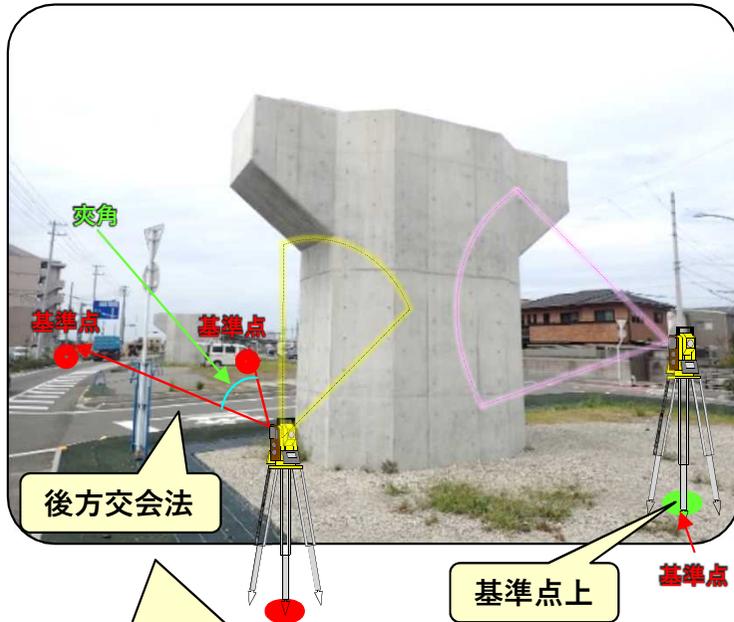
機器の配置を効率的
に計測出来るように
計画します。
(P8 P9参照)



ポイント

- ・ 計測箇所が全て観測できるよう事前に計測位置を確認する。
- ・ 計測位置が遠すぎると必要密度が確保できないため留意する。（※機器の性能による）

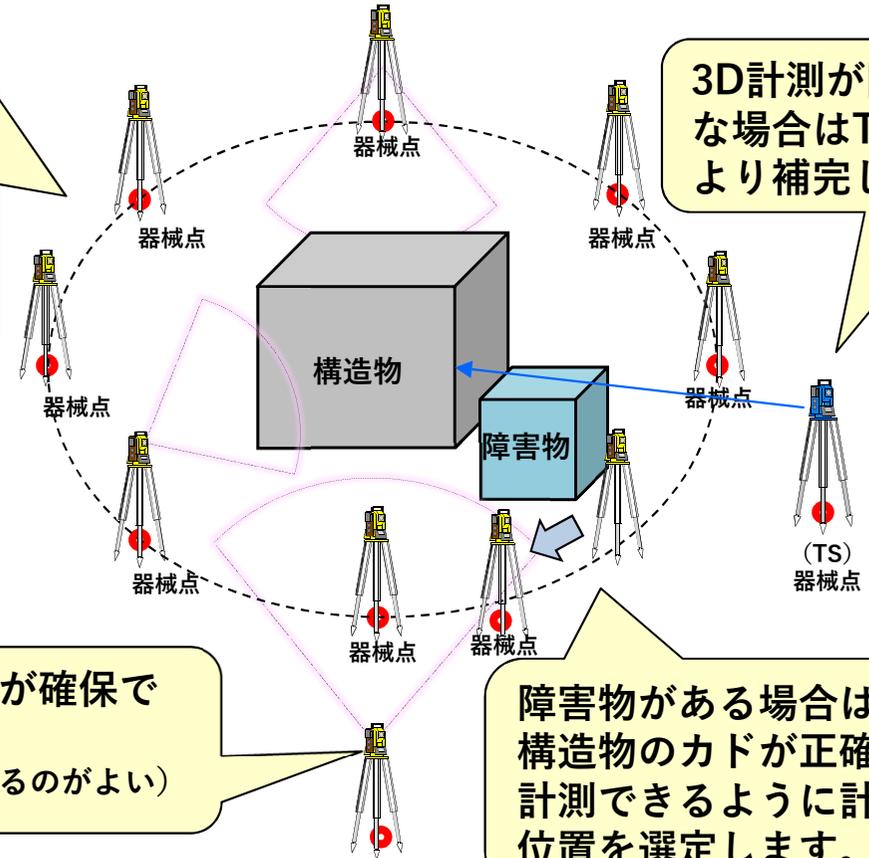
3. 出来形計測（計測器械点の設置計画）



構造物の形状と出来形値を算出する箇所をよく確認して、欠測が生じないように計測位置を検討します。

計測箇所（器械点）は計測する範囲と基準点の位置を確認しながら計画します。

3D計測が困難な場合はTSにより補完します。



計測距離は検証点の精度が確保できる距離で行います。
(テストスキャンを行い確認するのがよい)

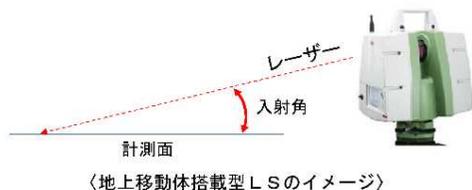
障害物がある場合は、構造物のカドが正確に計測できるように計測位置を選定します。

計測は基準点上に器械を設置する方法と、後方交会法による観測が考えられます。後方交会法による場合は基準点と器械点の位置関係（夾角, 距離）に留意します。

ポイント

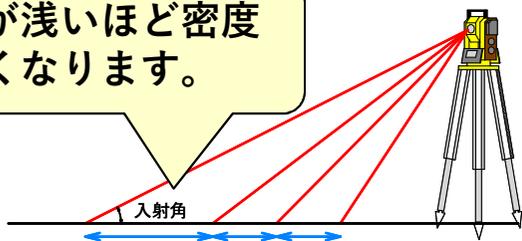
- ・ 後方交会法による計測の場合は、後視の設定方法により器械設置の精度が低下するため、夾角が狭すぎたり、広すぎたりしないこと（ $90^{\circ} \sim 120^{\circ}$ 程度がよい）また、器械点から後視までの距離は等しくなるよう留意する。
- ・ 既知点に器械を据えることで出来形算出に必要な点群が取得出来る場合は、計測誤差が少なくなるため既知点設置を推奨する。

3. 出来形計測（計測時の留意点）

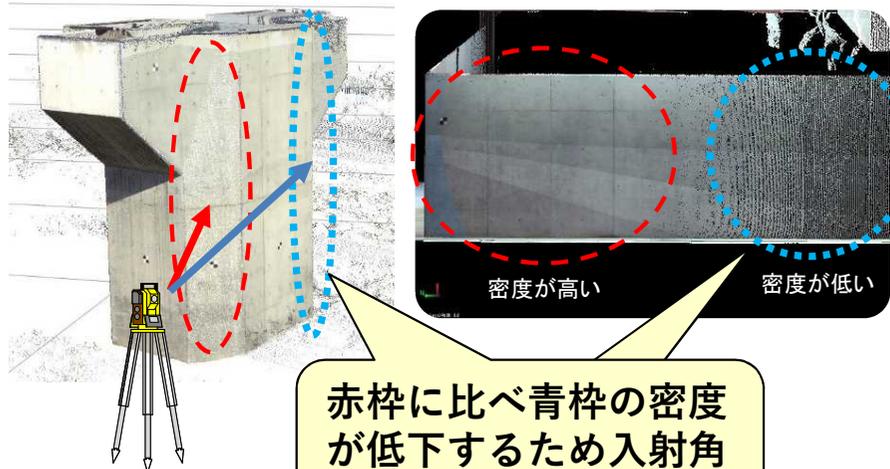


地上レーザスキャナーのレーザ面は機械から放射状に広がって照射されるため、レーザ入射角が浅くなると精度の低下および密度の低下が起こります。

角度が浅いほど密度が低くなります。



= 参考値（今回計測機器の場合） =
※10mの位置
高密度 ≒ 7.0分/回（密度1点/2.5mm）
中密度 ≒ 2.0分/回（密度1点/5.0mm）
低密度 ≒ 0.5分/回（密度1点/10.0mm）
※TLS機種等によって異なる。



赤枠に比べ青枠の密度が低下するため入射角度に留意します。

高密度の方が精度は高いが計測に時間が掛かります。

近距離だと計測範囲が狭く測定回数が多くなるため設置位置に留意します。

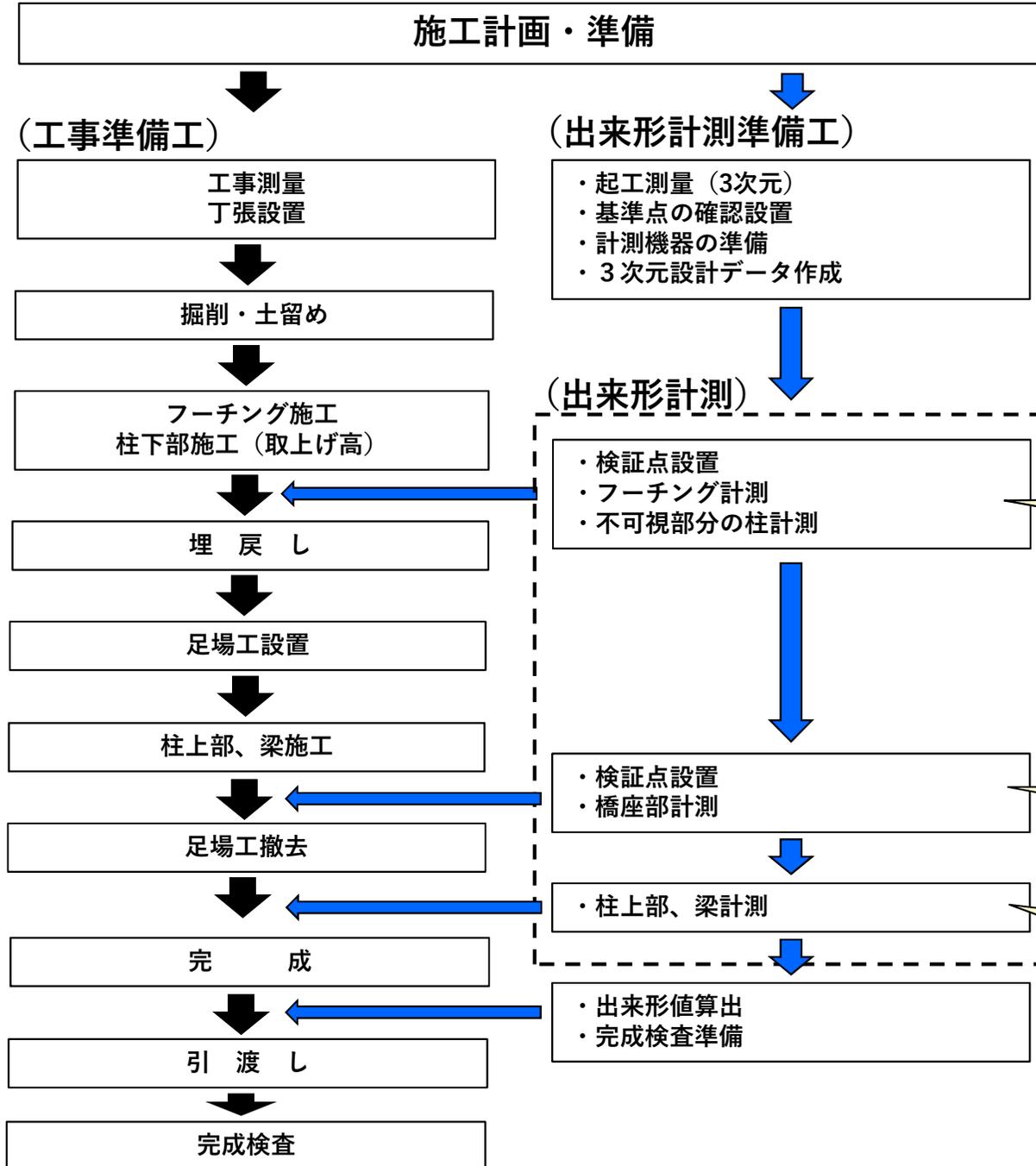
近接 = 精度高、範囲小 遠方 = 精度低、範囲大
※バランスが取れる設置位置を選定

ポイント

- ・ 点密度は出来形（寸法）を算出する部分は高めがよく、出来ばえ（面）を評価する部分は低めでよい。
- ・ 出来形計測の点群を利用して出来ばえ評価も行うことができる。
- ・ 構造物の形状が複雑な場合は、計測できていない部分が生じる場合があるので事前にテストスキャンを行うとよい。

3. 出来形計測（計測時期）

【橋脚の出来形計測例】



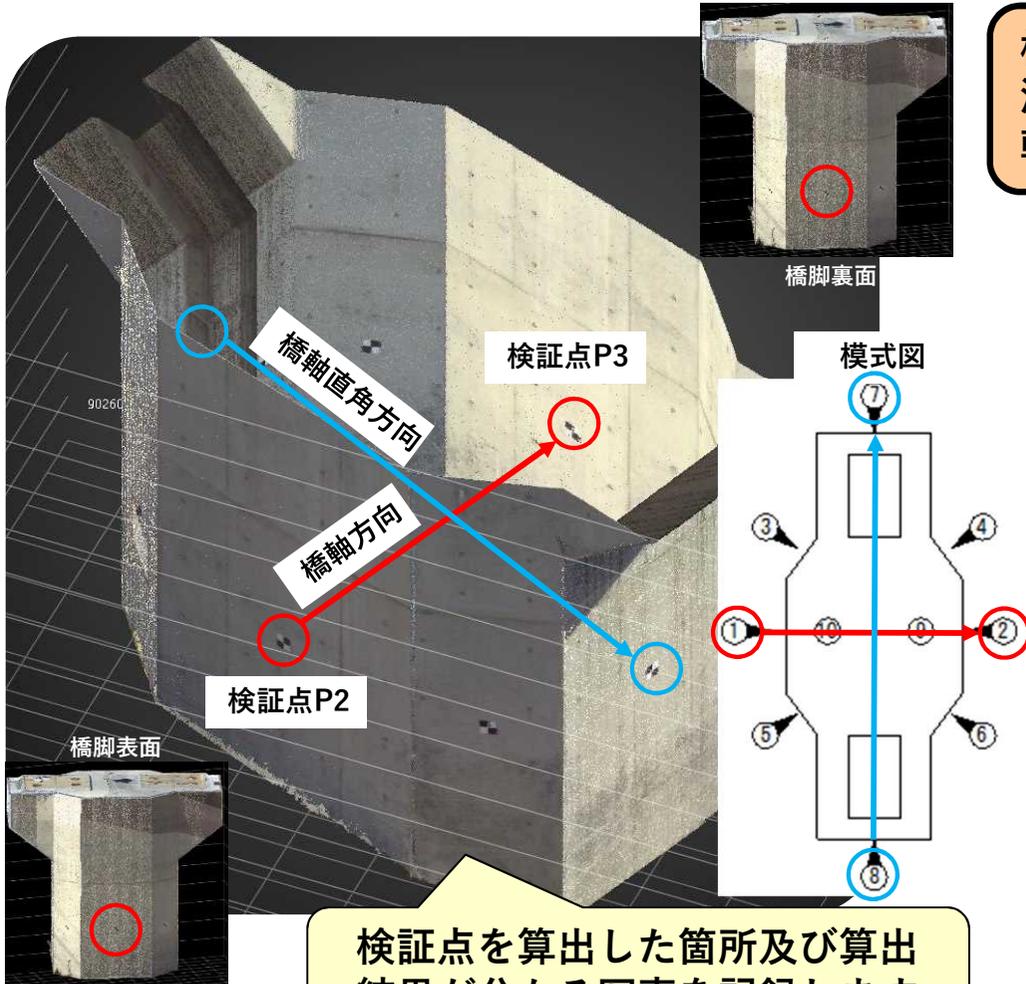
出来形計測を行うタイミングは工事工程と仮設機材の設置状況に応じて計画します。

フーチングの計測を従来方法、3次元計測どちらにするか監督員と協議して決定します。

高所の検証点設置や橋座部の計測は足場が設置されている段階で行うのがよい。

出来ばえ評価も含む計測を行う場合は、仮設材（足場等）の撤去後に行うと不要点除去の手間が軽減できます。

3. 出来形計測（検証点の考え方）



検証点は中心位置の2点間距離を従来手法（TS）により計測したものと、合成した点群上で計測したものの距離を比較し、要求精度が満足できているか確認します。

No	測点 A (旧)	測点 B (旧)	方向角 (旧)	距離 (旧)
	測点 A (新)	測点 B (新)	方向角 (新)	距離 (新)
1	P2	P3	157-08-53	2.735
	P2'	P3'	157-43-09	2.730
				0.005

TSによる計測値
3Dデータによる計測値

検証点を算出した箇所及び算出結果が分かる写真を記録します。

検証点の比較結果を作成します。

精度検証において要求精度を満たしている管理項目についてのみ点群上での計測による管理を行うことができます。

例：精度検証結果

橋軸方向
真値-点群
誤差 ±6mm以内

橋軸直角方向
誤差 ±3mm以内

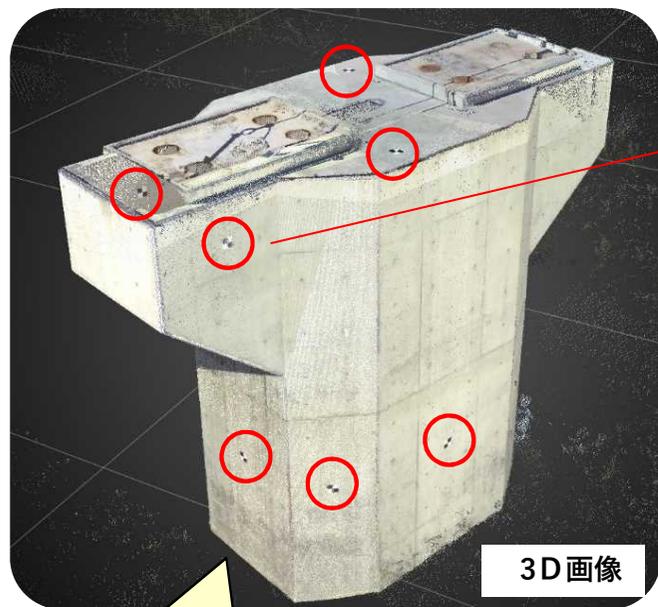
計測	測定精度
出来形計測 (多点計測技術) ・空中写真測量(UAV) ・TLS ・無人航空機搭載型LS	【鉛直方向・平面方向】 規格値 50mm の場合: ±16mm 以内 30mm の場合: ±10mm 以内 20mm の場合: ±7mm 以内 10mm の場合: ±3mm 以内

要求精度を満足する規格値の管理項目において利用可能。

ポイント

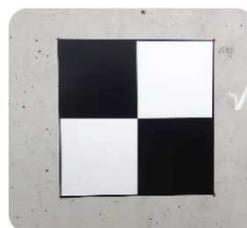
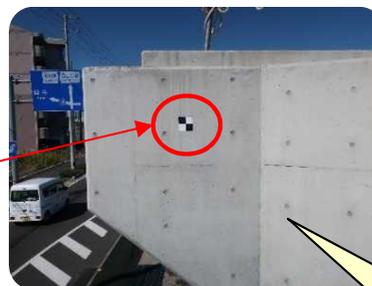
- ・ 測量誤差が少なくなるため、検証点をTSで計測する場合に使用する基準点は、計測する検証点の3D計測で使用した基準点と同じものを使用するとよい。
- ・ 2点間距離は対角に設置した検証点から計測する。
- ・ (参) 今回の検証では「10m」「高密度、中密度、低密度」「8方向、6方向」のいずれの場合も要求精度は満足していました。

3. 出来形計測（検証点の設置）



検証点は構造物の規模や形状によって構造物の端に設置するか中央に設置するかを検討します。

検証した橋脚では横幅が短いため中央に設置しました。



10cm × 10cm

設置箇所は構造物の各側面で1箇所以上、天端で2箇所以上設置します。

高所箇所は足場がある時に設置しておきます。

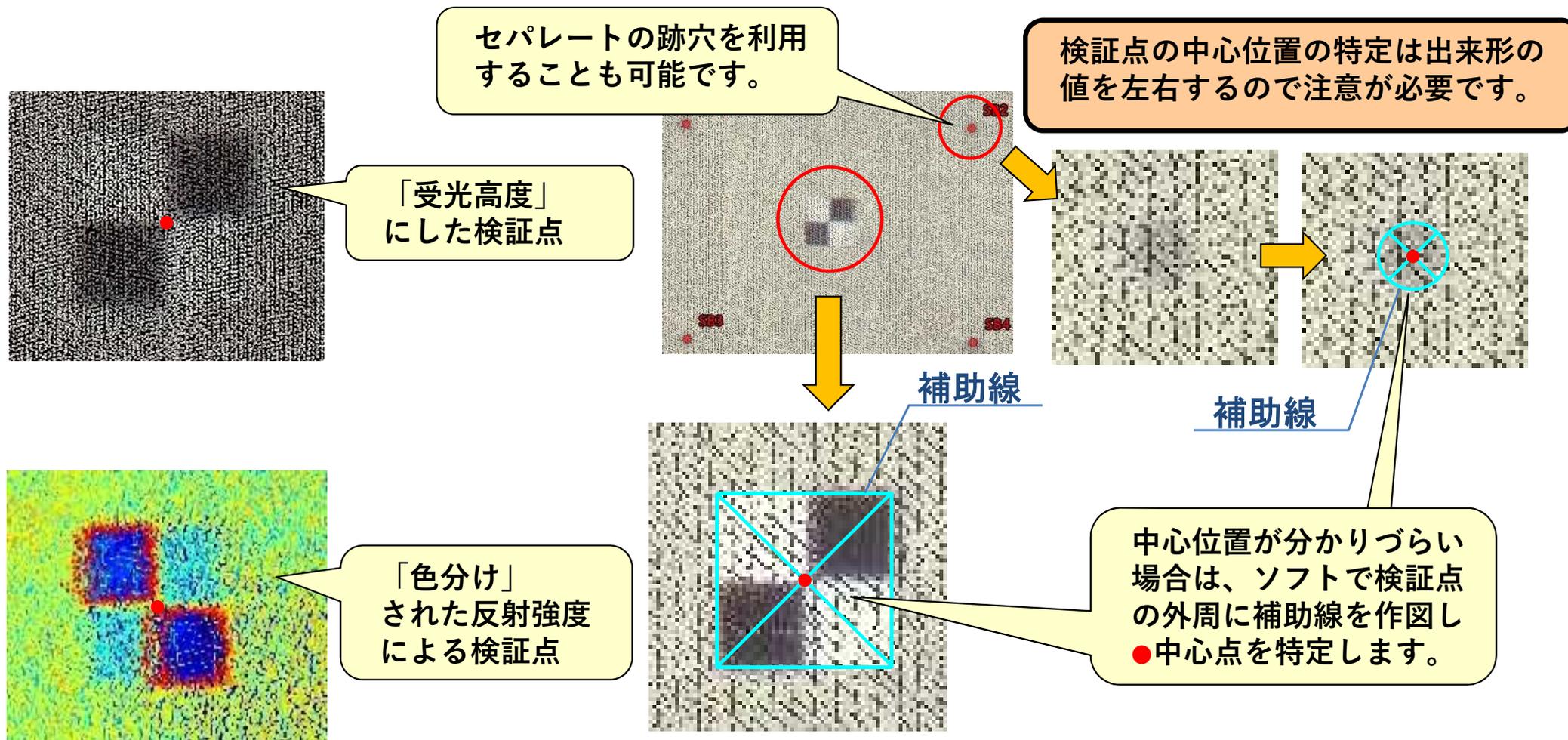


足場などの障害物がある場合の検証点の設置位置は、TS及びTLSの計測位置から検証点と基準点が計測できるかを事前に確認しておきます。

ポイント

- ・ 設置箇所は同一標高に設置するのが望ましい。
- ・ TSによる検証点の中心位置観測は入射角が浅いとレーザーが拡散し中心点を捉えることが難しいため、出来るだけ正面から観測するとよい。

3. 出来形計測（検証点の中心点の抽出）



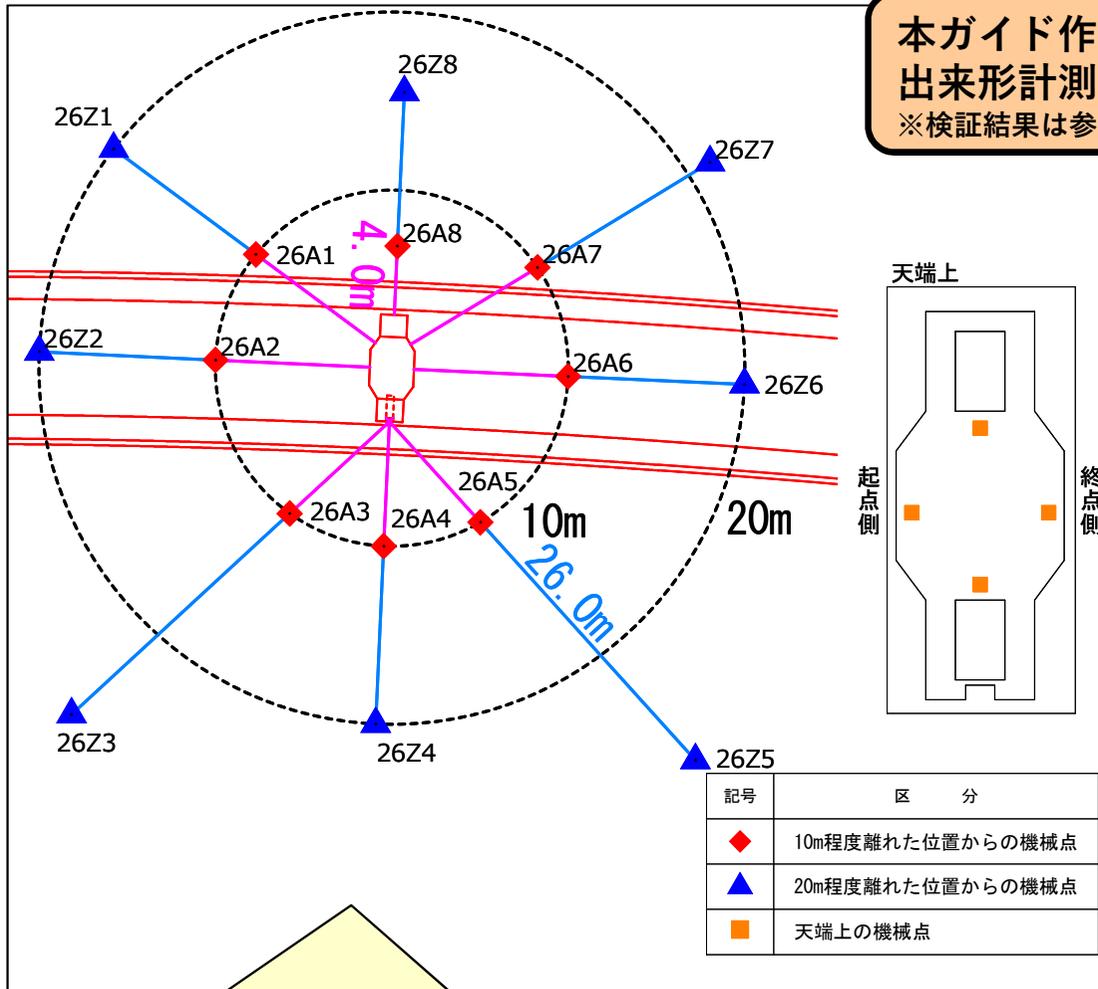
ポイント

- ・ 中心位置を特定する時は、ソフトウェアにて「受光高度」や「色分け」等による描画にすると特定しやすい。
- ・ 型枠セパレーターの跡穴を利用することもできるが、ソフトウェアで補助線を作図し中心点を特定する機能が必要。
- ・ 検証点の中心点が明確にわかるかどうか現場で確認しておくことが必要です。※

※現地で確認が可能な機種又は別途PC等で確認できる場合によります。

3. 出来形計測（計測時間と計測密度の検証結果）

本ガイド作成にあたり実施した、地上型レーザースキャナによる3次元出来形計測での「計測時間」と「計測密度」についての検証結果です。
※検証結果は参考です、計測機器等の条件によって結果は異なります。



距離・密度別計測時間一覧表

計測位置	計測密度			計測方向 (計測回数)
	高 1点/2.5mm	中 1点/5mm	低 1点/10mm	
10m	1:03:01	15:50	4:03	8
20m	24:34	6:07	1:29	8
天端上部	1:27:13	20:01	5:04	4
合計(10m+天端上部)	2:30:14	25:51	9:07	
合計(20m+天端上部)	1:51:47	26:08	6:33	

※機種によって異なります。

高密度と低密度の計測時間は10倍程の差がある。

天端幅W(-20mm)

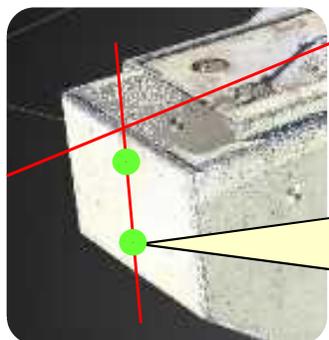
番号	設計値	従来 出来形 実測値	TLSによる観測値					
			10m			20m		
			高	中	低	高	中	低
W3	500	512	508	512	518	511	527	527
W4	500	490	486	490	486	474	487	487
W5	2500	2502	2506	2500	2499	2488	2519	2506
W6	200	197	195	190	196	203	196	192
W7	400	396	407	404	402	399	400	403
W8	200	195	201	199	208	210	198	193
W9	500	502	495	484	488	480	471	485
W10	500	500	505	505	498	502	503	502
W11	2500	2502	2504	2487	2474	2503	2467	2483

密度が低くなるほど従来出来形実測値に比べTLSによる観測値がバラついた傾向となる。
※検証では低密度でも基準値を満足していました。

計測は構造物に対し10m及び、20m離れた位置及び天端上部で行い、計測密度は高,中,低の密度の3設定で計測を行った。

- ポイント
- 高密度で計測すると構造物がハッキリと分かり出来形値の算出作業は容易であるが、中密度、低密度と比べ計測時間に大きな差がある。
 - 出来形値の算出は点群が高密度である必要はないため、精度と効率を考慮した密度で計測を行う。

4. 出来形評価（点群からの作図）



①：点群から補助線を作成するための点を選択します。



出来形評価は取得した点群データから構造物の寸法を算出し評価します。
※本ガイドでは補助線を用いた出来形値の算出を紹介していますが、寸法計測の点を点群からダイレクトに抽出する手法もあります。

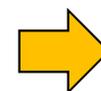
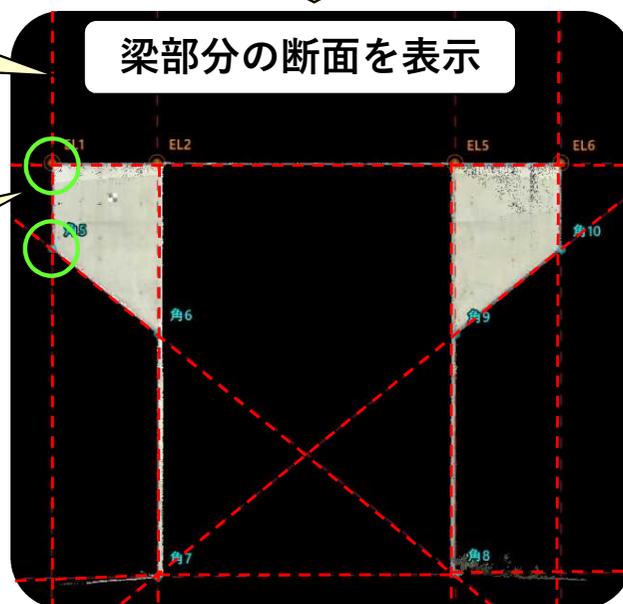
②：①で選択した点をとる補助線を作成します。

③：補助線の交点から補助点を作成します。

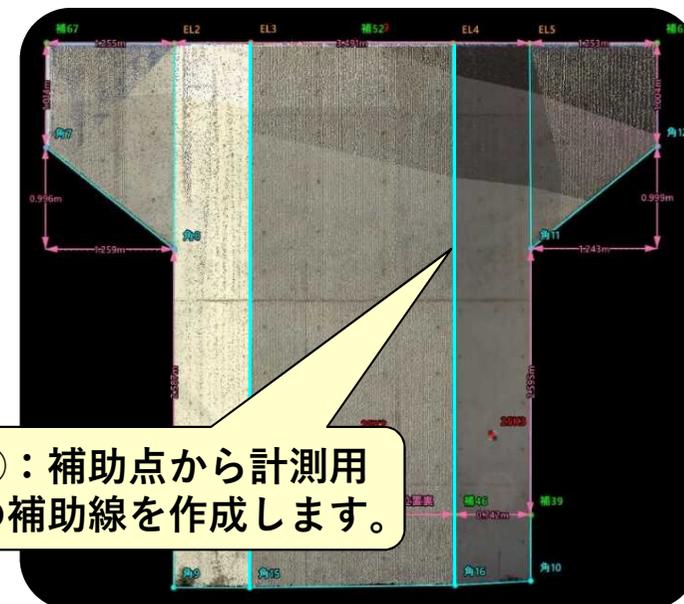


面取り部分は補助線から算出します。

梁部分の断面を表示

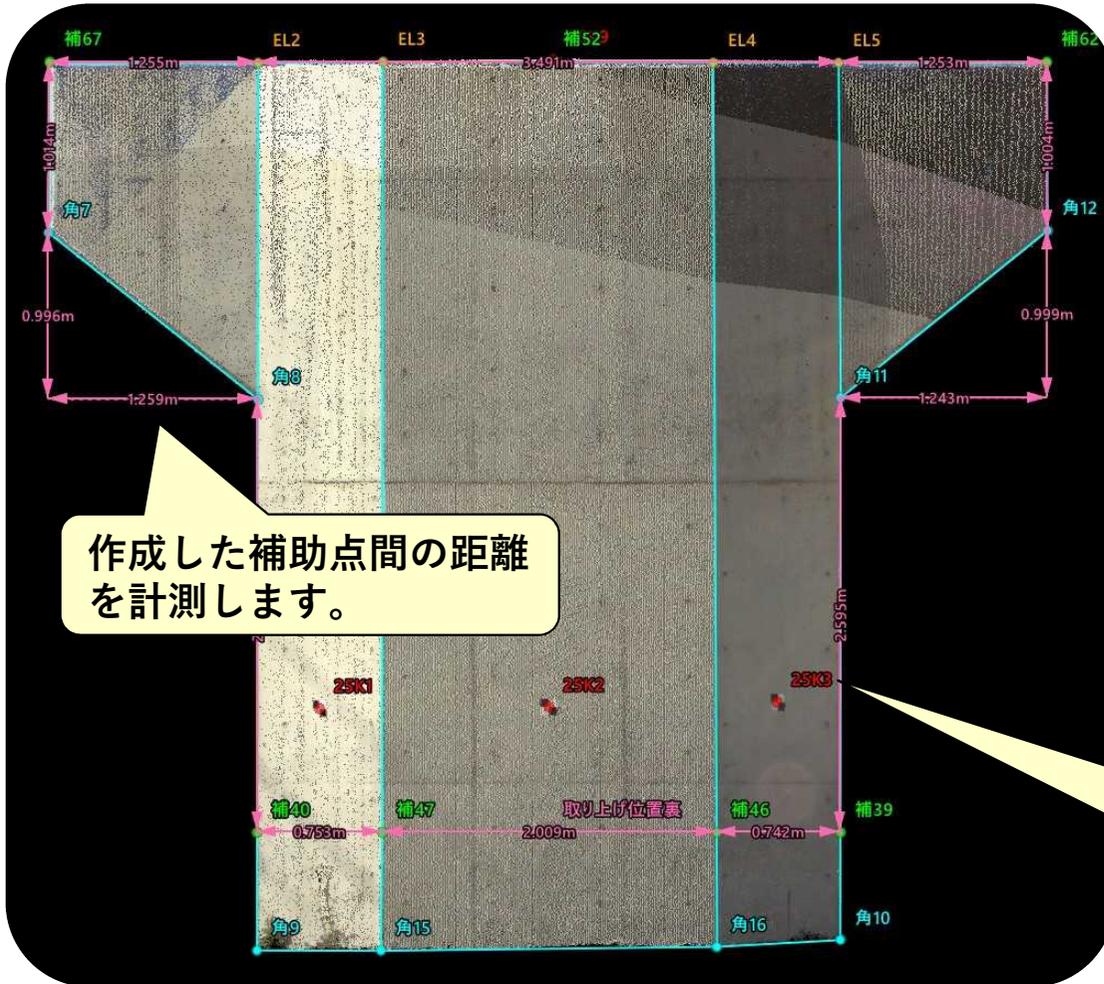


④：補助点から計測用の補助線を作成します。

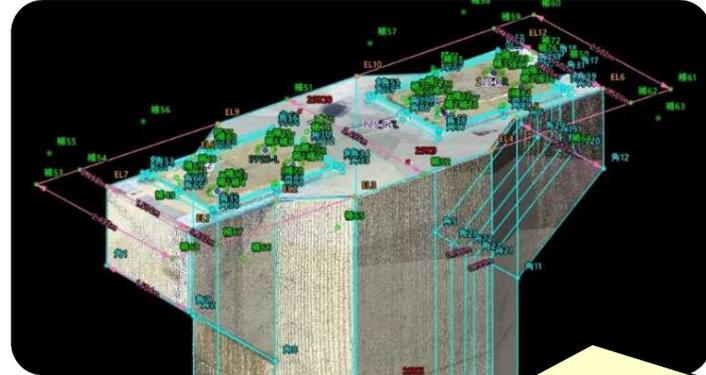


ポイント

- ①の工程で選んだ点は後で確認できるよう点群データにマーキングしておく。
- 表示した断面の点群に厚みがある場合は、ソフトウェアで薄く断面を表示する設定※にすると解消され、任意の点を選定しやすくなる。※ソフトウェアによる違いはあります。
- 表示した断面全体の点群が2重3重に大きくずれている場合は、点群の合成に問題がないか再確認を行う。
- 点群の一部だけばらついていてある場合はノイズと判断できるので削除する。



評価は、作成した補助点間の計測距離と、設計寸法を比較し評価します。



作成した補助点間の距離を計測します。

沓座周りなど構造が複雑な箇所は補助線や補助点が多くなるため作業手間が多くなります。従来手法で計測するなど効率を考慮した手法を検討してください。

点群データを表示したまま計測すると他の点を選択する事が考えられるため留意が必要です。※
※補助点のみ選択できる機能を使用する、機能が無い場合は点群データを非表示にする。

ポイント

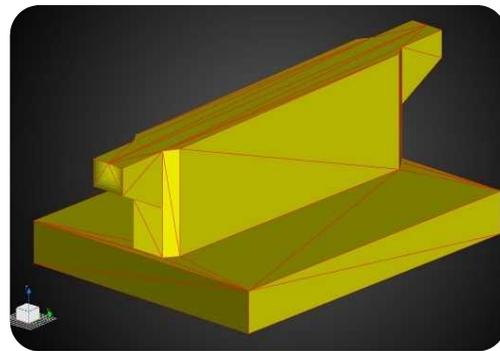
- ・ 補助線を作成せず出来形値を算出する場合は、寸法計測を行うために使用する点を点群データ上にマーキングしておく。
- ・ これまで従来行っていた現場へのマーキングは不要となる。

5. 出来ばえ評価（評価データの作成）

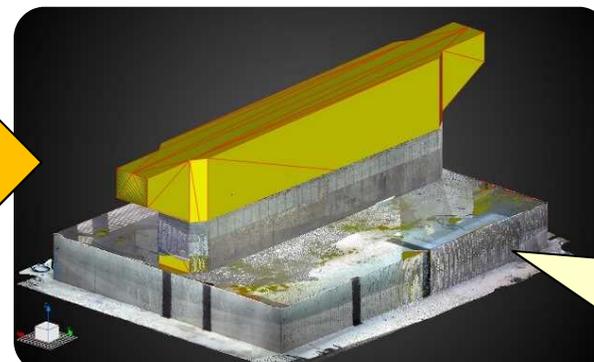
データを重ねる



3Dデータ（処理後）



3D設計データ

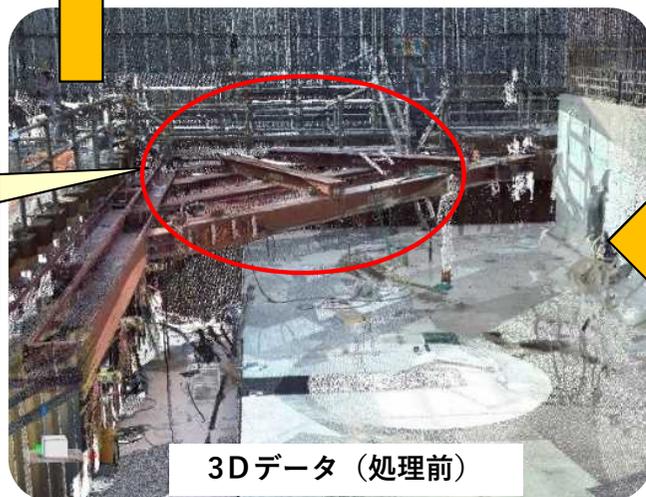


重ねたデータ

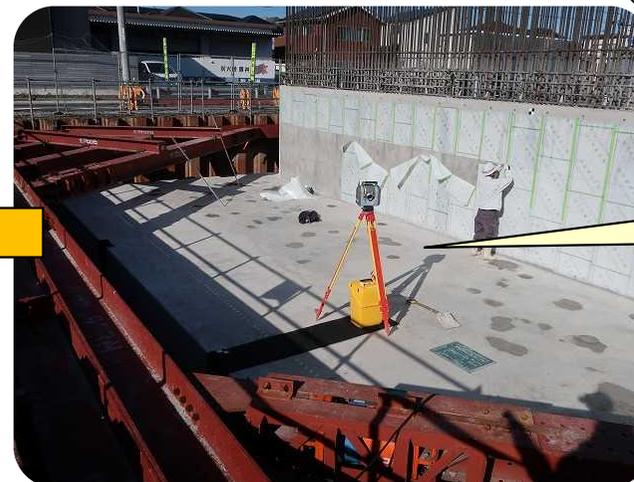
出来ばえ評価は計測した3次元データと設計データを重ねて評価します。

マイナス範囲は設計データが表示され、プラス範囲は点群データが表示されています。

取得したデータの仮設材等、不要な点群を削除し、構造部のみの点群にします。



3Dデータ（処理前）



3次元計測
(TLS)

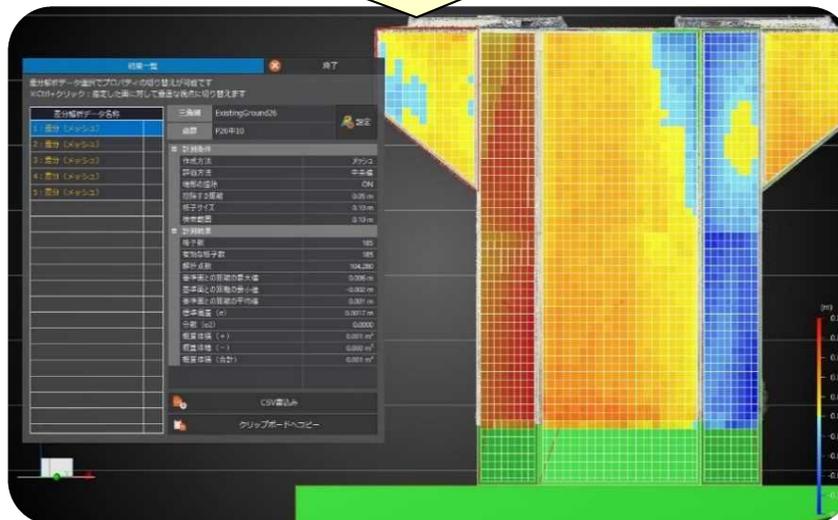
ポイント

- ・ 計測データの合成が上手くできていないと正確な出来ばえ評価にならないため、現地計測時の後視点の確認や点群データの合成状態の確認を十分行うよう留意する。
- ・ 点群処理を行うソフトウェアと3次元設計データを作成するソフトウェアが異なる場合は、データの受け渡しの互換性をよく確認しておく。

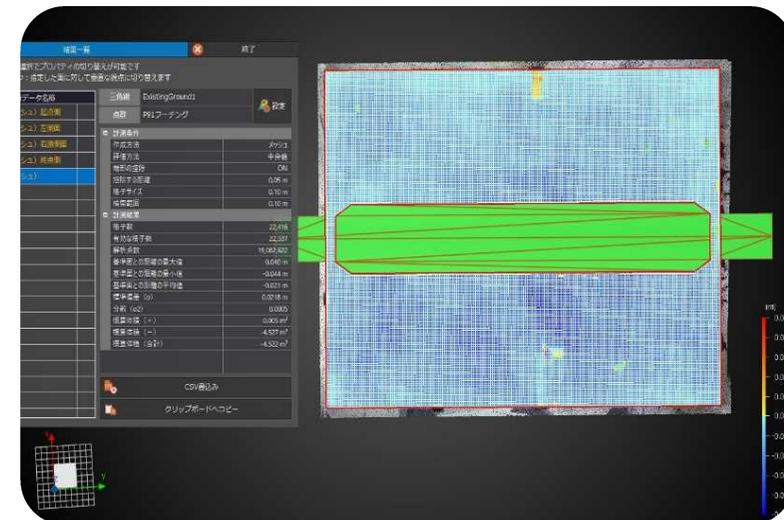
5. 出来ばえ評価（ヒートマップの作成）

分布の色は算出した差分の最大値を基に濃淡を現わしています。
青色はマイナス、赤色はプラスの差分を現わしています。
実施検証では差分の最大値+16mmで濃淡を表現しています。

出来ばえ評価はヒートマップ（分布図）
により凹凸の良否を評価します。



ヒートマップ（橋脚）



ヒートマップ（フーチング）

- 10cmの升目に1点を抽出します。
- 差分を算出しヒートマップを作成します。
- 検証では平均法を採用していますが、他に最近隣法、T I N法、逆距離加重法などがあります。

差分解析機能を有する
ソフトが必要です。

○ポイント

- 面取り部の出来ばえ評価は出来ないため、3次元設計データの端部5cmの区域は評価対象から除外する。※
 - 出来ばえ評価資料は、算出結果及び分布図を各部位ごとに並べて画像として提出することも出来る。
- ※ソフトウェアの機能で除外は自動で行える。

3次元計測技術を用いた出来形管理は従来手法より効率的な結果となっています。

〔橋脚1基当り〕

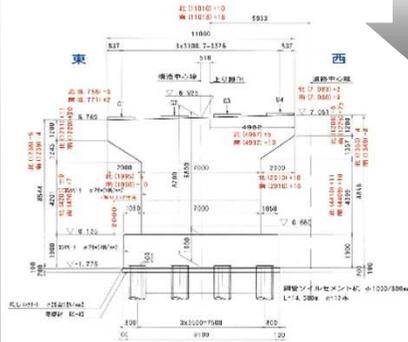
従来手法 (4~5日)

作業日数：4~5日 (外業・内業)

巻き尺で各寸法を検測・記録



正面図



出来形管理調書を作成

項目	寸法	公差	検定値	判定
橋脚基礎幅	10000	±10	10000	OK
橋脚基礎高さ	5000	±10	5000	OK
橋脚基礎厚さ	2000	±10	2000	OK
橋脚基礎長さ	15000	±10	15000	OK
橋脚基礎幅	10000	±10	10000	OK
橋脚基礎高さ	5000	±10	5000	OK
橋脚基礎厚さ	2000	±10	2000	OK
橋脚基礎長さ	15000	±10	15000	OK

別途、写真管理 約1日

出来形計測・管理

※効率化の効果は、現場の規模・内容によって異なります。

3次元測量 (約2日)

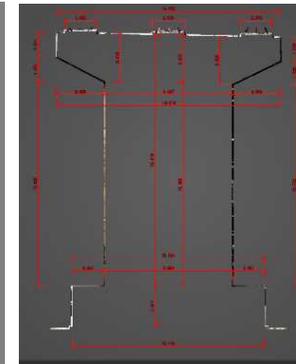
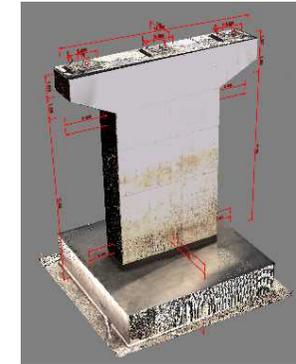
作業日数：2日 (外業・内業) → 約5割効率化



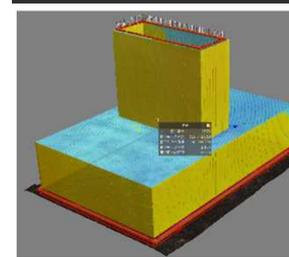
レーザースキャナーで計測

項目	寸法	公差	検定値	判定
橋脚基礎幅	10000	±10	10000	OK
橋脚基礎高さ	5000	±10	5000	OK
橋脚基礎厚さ	2000	±10	2000	OK
橋脚基礎長さ	15000	±10	15000	OK
橋脚基礎幅	10000	±10	10000	OK
橋脚基礎高さ	5000	±10	5000	OK
橋脚基礎厚さ	2000	±10	2000	OK
橋脚基礎長さ	15000	±10	15000	OK

出来形管理調書を作成、写真管理は不要



点群から出来形寸法を測定 (面管理も可)



○メリット

- ・計測が容易で速い。
- ・写真も同時に撮影※するので省力化ができる。
※機種によって有無があります。
- ・高所など危険箇所を安全に計測できる。
- ・出来ばえ評価が数値化されPCで確認できる。

○課題

- ・高額な計測機器や高スペックのPC、専用ソフトが必要となる。
T L S : 800~1,400万円 専用ソフト : 100万円~200万円
- ・3次元計測技術の習得

さいごに

- 目的は、「品質管理の向上」「作業における効率化・簡素化」であり、密度の濃い点群取得が目的ではありません！
- 従来方法とは違う点に十分留意しながら、3次元（点群）による管理の活用を進める必要があります。
- 計測における計画（機種選定や配置計画、計測タイミング等）を事前にしっかり行い、効率的な活用をすることが大切です。
- デジタル・点群化によって、写真管理の簡素化や現場作業の軽減、内業をテレワーク化による分担など、副次的な効果に寄与することも含め、積極的に活用することも大切です。
- 本運用ガイドが、現場技術者にとって管理要領（案）をより理解するための解説（手引き）となることで、『3次元計測技術を用いた出来形管理』が活用されていくことも含め、建設現場における環境改善・働き方改革や今後の担い手確保にも繋がる一助となればと期待しています。