

# 設計・施工のための点群データ活用ガイドライン（案）

令和4年1月

国土交通省 中国地方整備局 山陰西部国道事務所  
一般社団法人 建設コンサルタンツ協会 中国支部

## 《 目 次 》

1. 目的	1
2. 適用範囲	3
3. 点群データ活用及び引き渡し	4
4. 要求性能	6
4-1 測量範囲	
4-2 点群精度	
4-3 点群成果項目	
5. 用語定義の統一化	8
6. 各種データの守備範囲と使用用途イメージ図	9
7. 3次元設計に活用できる測量3次元データ作成手順	14
(1) 測量成果データと期待できる使用用途について	
(2) 三次元地形ベクトルデータ作成マニュアル (案)	
(3) 三次元地形モデル作成マニュアル (案)	
(4) 三次元設計周辺データ作成マニュアル (案)	
8. 地形補備測量 (補測) のあり方	26

## 1. 目的

本ガイドラインは、三次元点群測量成果を設計及び施工に活用するにあたり、BIM/CIM 活用業務関連のガイドラインや各要領だけで具体的な作業を実施するには、不明確な部分が多い。

また、調査、設計、施工の測量以後のプロセスを意識した三次元点群測量成果を作成することで、建設生産システムにおける受発注者双方の生産性向上、業務効率化及び高度化を図ることを目的に作成したものである。

なお、本ガイドラインは現在の調査、設計、施工に対する効果を期待しているものであり、最新の知見に基づく、見直しを行う必要がある。

## 背景

山陰西部国道事務所では、i-construction のフロントローディングを行うため、令和2年度より、測量、設計、施工の各分野において、BIM/CIM の積極的な活用を推進している。

設計、施工の基礎となる地形の三次元点群データを取得するにあたり、測量後の調査、設計が効率的に使用可能なよう、点群データの範囲、密度、測量成果項目を事前に予測し、作成する必要がある。

従来は、調査、設計の各段階で業務内容が異なることから、業務内容の方針が明らかにならなかった段階で、不足する地形を別途測量することが一般的であり、いわゆる「測量待ち」が発生していた。また、既存資料及び地図を活用するため地形リスクなどの検討精度が不透明で、詳細設計、若しくは施工段階で地形リスクが明らかになり、事業全体工程に影響を与えることも想定された。

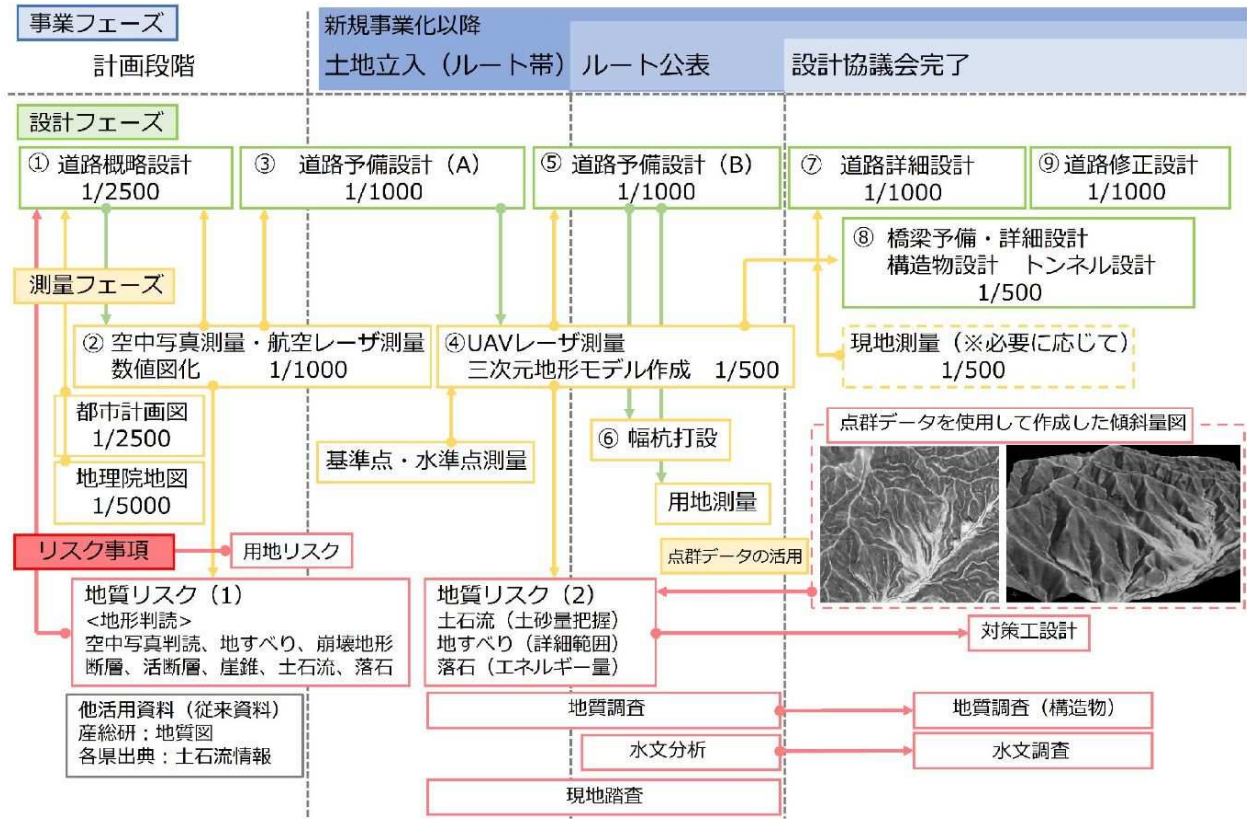
近年、地形及び地質リスクに関しては、事業着手段階から実施することが求められているが、リスクをより明確にするためにも、早期に地形データを取得し、後のリスク調査及び設計に活用可能な精度、範囲を明らかにすることが求められる。

また、設計業務においては3次元設計が主流となり、設計技術者のニーズを把握し、設計を効率的に実施するための、データ形式についても考慮する必要がある。

ただし、事業箇所全ての地形を最大限緻密に取得するには、相当の費用と時間を要することから、これまで実施した調査、設計の結果を基に、事業初期段階から施工までの間で、測量待ち及びリスクの見落としを防止するために必要な、三次元点群測量成果を作成するためのガイドラインである。

なお、本ガイドラインは令和2年度から3年度に実施した測量および設計業務の知見を基に作成しており、時代の変革により、その都度最新の知見を考慮し、見直しを行う必要がある。

■ 事業全体を見据えた点群データの活用概念図



■ 点群データの取得方法の最新事例紹介

〈オープンソース型〉

・ G 空間情報センター (PLATEAU : プラトー)

- 1) 3D都市モデルデータを想定したデータである。
- 2) 各自治体 (市町村) で実施された航空写真測量や航空レーザ測量の測量成果を基に整備されたデータであり、主に建物を整備したデータである。
- 3) 地図情報レベル 2500 相当の精度である。

〈購入型〉

・ 朝日航測 (株) (3次元空間情報サービス Good-3D)

- 1) 販売メッシュサイズ (0.1m、1m、2m、5m、10m)
- 2) 整備済みエリアなのか、取得情報などを確認する必要がある。

・ NTT DATA (AW3D)

- 1) NTTと一般財団法人リモート・センシング技術センターが共同で開発・販売しているデータである。
- 2) 衛星画像を利用した数値標高モデル (DEM) で、5m 解像度と 5m の高さ精度である。

## 2. 適用範囲

設計・施工のための点群データ活用ガイドライン（案）（以下「ガイドライン」という）は、山陰西部国道事務所発注の業務に適用する。

### 3. 点群データ活用及び引渡し

点群データの成果納品項目は、建設プロセスにおける各分野の役割及び使用用途を見据えて、必要なデータ種類を選定すること。

また、調査、設計、工事に点群データを適切に引き渡すため、データ取得を行った範囲等を示す「点群データ整理図」が有効である。

#### 背景

点群データは、取得した点データを基に、オリジナルデータ、グラウンドデータ、グリッドデータ等の各種データに加工後、納品することとなるが、設計、施工が求めるデータが異なるため、プロセス後に役割、使用用途を見据えて必要なデータを作成する必要がある。

参考として、建設プロセスの各分野の役割と使用用途について、令和2年度業務及び工事業者からヒアリングを行った結果を示す。

データ種類 \ 分野	測 量	設 計	施 工	維 持 管 理
① オリジナルデータ	○ 作成する	× 使用しない	○ 施工前現地確認資料	○ 経年変化前確認資料
② グラウンドデータ	○ 作成する	× 使用しない	○ 施工前現地確認資料	○ 経年変化前確認資料
③ 計測三次元地形モデル (TIN データ)	○ 作成する	× 使用しない		
④ グリッドデータ	△ 必要に応じて作成	× 使用しない		
⑤ 等高線データ	△ 必要に応じて作成	× 使用しない		
⑥ 三次元地形ベクトルデータ	○ 作成する	△ 必要に応じて使用	○ 施工前現地確認資料	○ 経年変化前確認資料
⑦ 三次元地形モデル (TIN データ)	○ 作成する	○ 設計の基礎データ	○ 施工前現地確認資料	○ 経年変化前確認資料
⑧ 三次元設計周辺データ	○ 作成する	○ 障害物件の干渉検討	○ 施工前現地確認資料	○ 経年変化前確認資料

※ 施工分野、維持管理分野の使用用途は、イメージで記入しています。

※ 「必要に応じて作成」の部分は、三次元地形モデルを作成・編集する過程の一部と考える。

データとして必要な場合（大規模かつ概略的に標高情報を利用する場合や、二次元設計を行う場合【図面として必要】など）は、作成する。

設計段階では、設計で要求する詳細度が、地形データの要求性能に大きく影響することから、事前に詳細度の確認を行う必要がある。

また、本ガイドラインでは以下、山陰西部国道事務所の要求精度（詳細度）を基本的な条件としている。

- ・ BIM/CIM モデルの詳細度について
  - イ) 設計に先行する測量において、**地図情報レベル**を確認すること。
  - ロ) 構造物予備、詳細設計は、詳細度 300 を基本とする。
- ・ BIM/CIM モデル作成及び設計時に使用する地形データについて
  - イ) 基本的に三次元地形モデル・三次元地形ベクトルデータを使用すること。

また、道路事業は、事業開始から相当の期間、事業実施されることが一般的である。

これまででも既存データを引き継ぎ、設計を行っているが、新たな業務等を実施するにあたり、測量データの過不足を容易に把握するのは困難であるため、データ取得項目、範囲を明確に示した「点群データ整理図」の作成を行うこととした。

仮に、具体的な測量範囲、データ取得内容を事前に周知（情報公開、特記仕様書へ添付）すれば、業務効率化だけでなく、有益な技術提案等を受けることも想定される。

	設計段階（道路予備（B）、道路詳細）											
設計要素	赤字: 詳細度(道路予備B) 青字: 詳細度(道路詳細)	300	300	橋梁	地すべり	坑口	トンネル	坑口	IC	300 300	橋梁 道路	土石流
航空レーザ 成果及び 基盤地図情報	概略設計、予備（A）で使用											
オリジナルデータ (UAV)	80m CL -80m ※UAV飛行高度より中心線両側に80mを設定 ※トンネル区間は、オルソや地理院データより判断 ※トンネル区間は、オルソや地理院データより判断 ※設計上必要な範囲は設計協議により決定 ※協議により決定する測量範囲											
RGB属性	※トンネル区間は、オルソや地理院データより判断											
オルソ画像	※トンネルの低土被り区間設計業務と協議の上、範囲を決定											
三次元 地形モデル	計画外端から30m NO. ●●～NO. ●● NO. ●●～NO. ●● 計画外端から30m ※30mは横断測量より											
三次元設計 周辺データ	《レイヤー分けする地物について》 1) 変圧、2) 電柱・架空線、3) 道路施設（案内板・信号機・外灯）、4) フェンス・ガードレール・ブロック塀 5) 鉄道部、6) 橋梁部、7) その他（地物に応じて、仕様を決定する）、8) 境界点（必要に応じて）											

図：点群データ整理図

## 4. 要求性能

### 4-1. 測量範囲

- ・取得する点群データ範囲は、以下を基本とする。
  - イ) 平地部は、道路官民境界外側ラインより、80m の範囲
  - ロ) 山間地（切土部）は、尾根（山頂）部分を含む範囲
  - ハ) 山間地（盛土部）は、沢河床（溪流）部分を含む範囲
  - ニ) これらに該当しない部分は、平地部に準ずるものとする。
- ・作成する三次元地形モデルの範囲は、計画外側より 30m の範囲を基本とする。
- ・上記範囲を基本とするが、業務目的や各設計内容に応じて詳細な範囲を、発注者・設計者間で協議を行い、決定するものとする。

### 4-2. 点群精度

- ・オリジナルデータの要求事項は、以下を基本とする。
  - イ) 点密度は、20～200 点/m<sup>2</sup>
  - ロ) 水平：0.15m、標高：0.10m
  - ハ) 欠測率：2.5%以下
- ・使用する機器の点検記録と精度試験記録を提出すること。

### 4-3. 点群成果項目

- ・取得する点群データには、属性データとして、R・G・Bの色属性を付与するとともに、測量座標系で納品すること。
- ・レーザ計測と同時に撮影した垂直写真を使用し、オルソ画像を作成し納品すること。
- ・点群データが容易に閲覧できる「ビューワソフト」を納品すること。

## 背 景

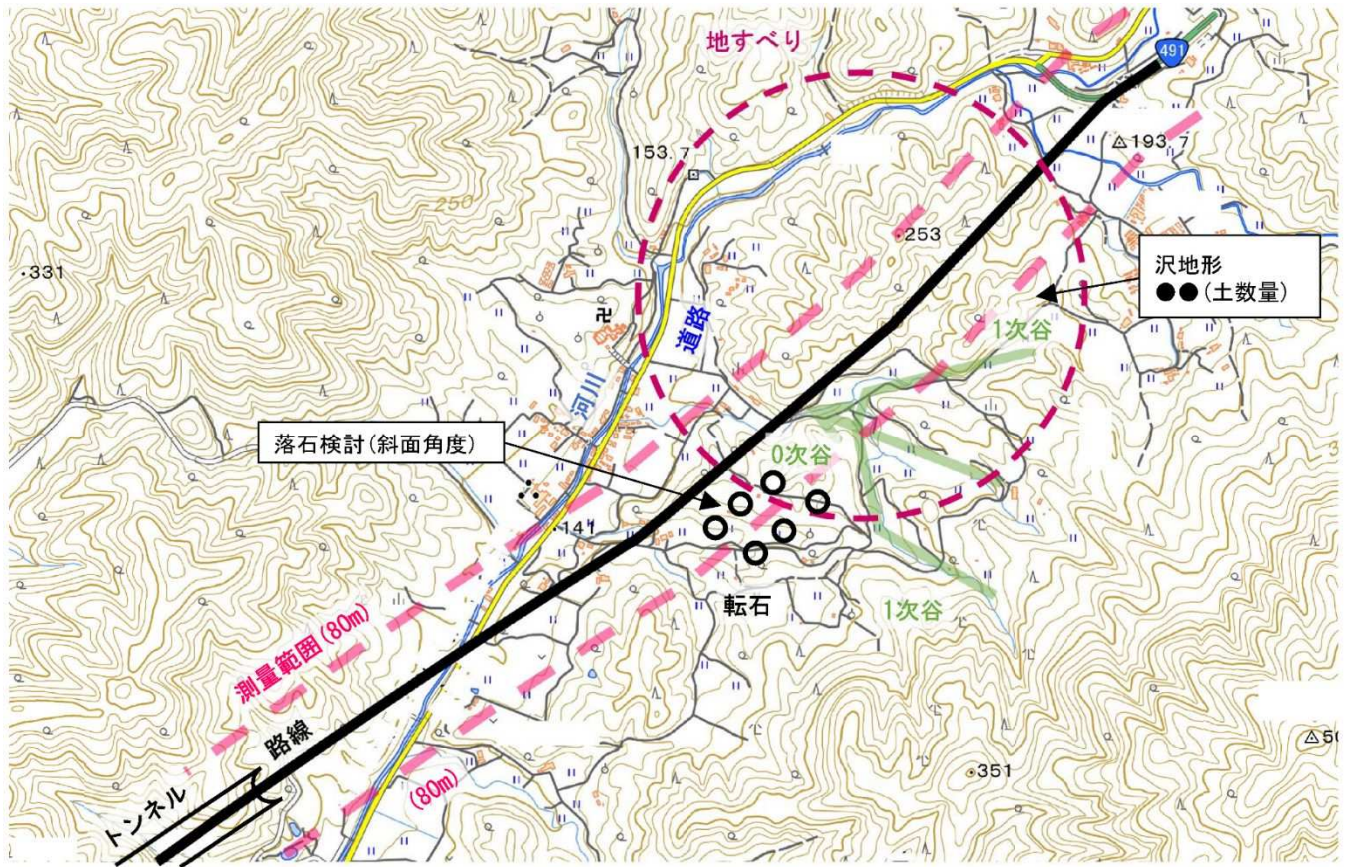
測量は、調査・設計・施工の後続作業が効率的かつ経済的に遂行できるよう、点群データの取得範囲、密度、精度、測量成果項目を事前に予見し、定めることが重要である。

基本的な測量要求性能を定めることにより、測量成果の統一化を図るとともに、測量から設計へ、スムーズなデータの引渡しを目的に、定めたものである。

なお、関係機関協議・現地確認資料など、二次元平面図の重要性も現在明らかである。後続展開を意識し、三次元化に対応した測量手法、活用できるデータ取得が必須になると想定される。



■ 設計要素と測量範囲の関係性について



## 5. 用語定義の統一化

本篇では、用語の定義を下記に示すとおり定めるものとする。

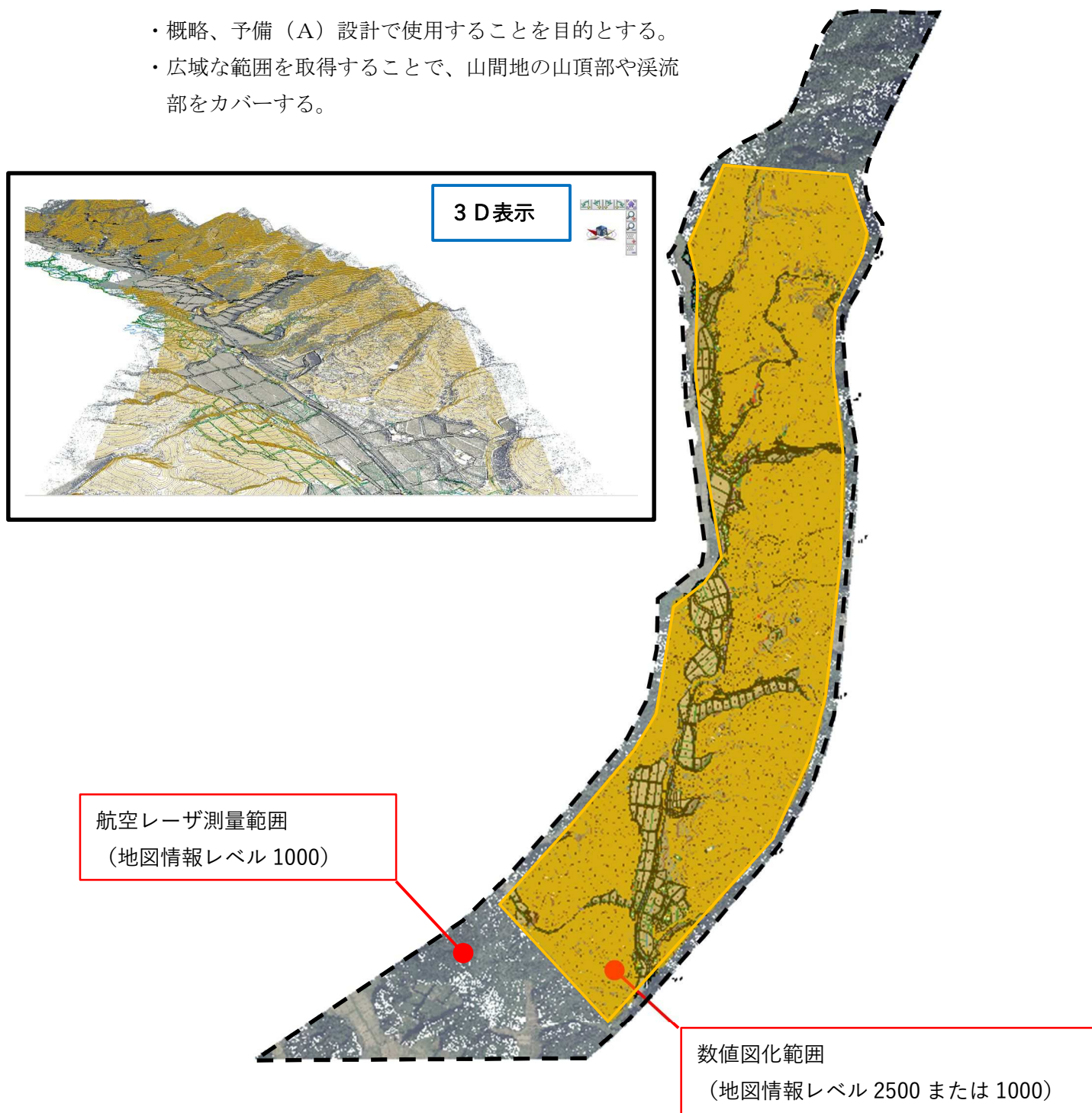
	用語	データの概要
①	オリジナルデータ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・レーザ計測データから生成された三次元座標データ。</li> <li>・地表面と、その上に存在する植生や構造物など全ての地物を含んだ点群データである。</li> </ul>
②	グラウンドデータ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・オリジナルデータからフィルタリングによって地表面以外の点群を取り除いた点群データ。</li> </ul>
③	TIN データ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地形や地層等の複雑な多角形状を三角形の集合体で表現する手法である。三角形の形状が決まっていないため、不整三角網 (Triangulated Irregular Network) と呼ぶ。</li> </ul>
④	計測三次元地形モデル (TIN データ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・独自用語である。</li> <li>・グラウンドデータから自動処理により作成した TIN データ (不整三角網) である。</li> </ul>
⑤	グリッドデータ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・グラウンドデータをもとに、不均一な計測点配置の点群データを、規則正しい格子間隔の点群データに処理したデータをいう。</li> </ul>
⑥	等高線データ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・グラウンドデータ又はグリッドデータから自動生成により作成した等高線データである。</li> <li>・計測三次元地形モデル (TIN データ) から作成する。</li> </ul>
⑦	オルソ画像	<ul style="list-style-type: none"> <li>・三次元座標情報を保持した画像データである。</li> </ul>
⑧	3次元ベクトルデータ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地形・地物の高さ情報を含む3次元ベクトルデータ (数値地形図データ) を作成するものであり、空中写真測量を対象とする。</li> </ul>
⑨	三次元地形ベクトルデータ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・独自用語である。</li> <li>・二次元平面図データに、高さ情報を加えた CAD データである。</li> <li>・平面図作成の測量手法に関係なく、全ての二次元平面図 (高さ情報を保持していない平面図データ) が対象である。</li> </ul>
⑩	三次元地形モデル	<ul style="list-style-type: none"> <li>・独自用語である。</li> <li>・三次元設計で使用する地形モデルをいう。</li> <li>・データ容量軽減処理及びエッジ部の形状等を加工した地形モデル。</li> </ul>
⑪	3次元設計周辺データ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・周辺地物等に関する状況を三次元点群データとして取得し、設計・施工段階の検討を円滑に進めるための基礎資料を作成する。</li> </ul>
⑫	三次元設計周辺データ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・独自用語である。</li> <li>・オリジナルデータをもとに、三次元地形モデル上で表現できない地物等について、レイヤー分けを行ったものである。</li> <li>・計測範囲全域を対象とし、各地物ごとに分けた点群データである。</li> </ul>
⑬	地形補備測量	<ul style="list-style-type: none"> <li>・補備測量は、断面図作成に供する地形モデルを作成するために三次元点群データを補備する作業をいう。</li> </ul>
⑭	3次元設計	<ul style="list-style-type: none"> <li>・J-LandXML (データ交換標準 (案)) に基づいて、各設計分野の3次元設計データを作成することをいう。</li> </ul>
⑮	サーフェス	<ul style="list-style-type: none"> <li>・物体の表面のみを表現する手法であり、TIN、メッシュ等で表現される。</li> </ul>
⑯	ソリッド	<ul style="list-style-type: none"> <li>・サーフェスが物体の表面のみを表現しているのに対して、ソリッドは物体の表面と中身を表現する手法である。</li> </ul>

## 6. 各種データの守備範囲と使用用途イメージ図

■ 出典：令和2年度 俵山豊田道路豊田地区地形測量業務 成果品

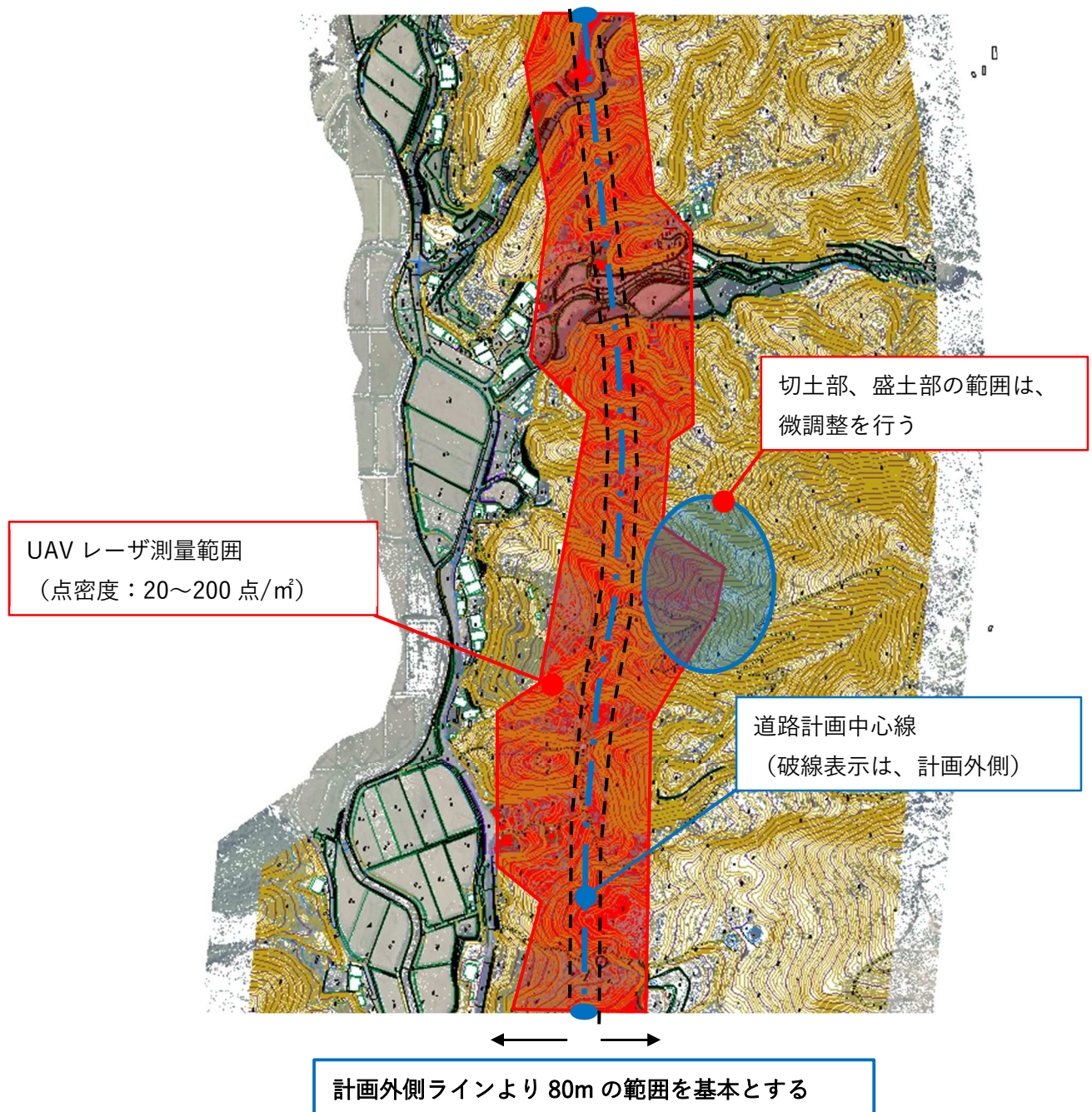
☛ フェーズ PHASE① 数値図化（2500 または 1000）、航空レーザ（1000）

- ・概略、予備（A）設計で使用することを目的とする。
- ・広域な範囲を取得することで、山間地の山頂部や溪流部をカバーする。

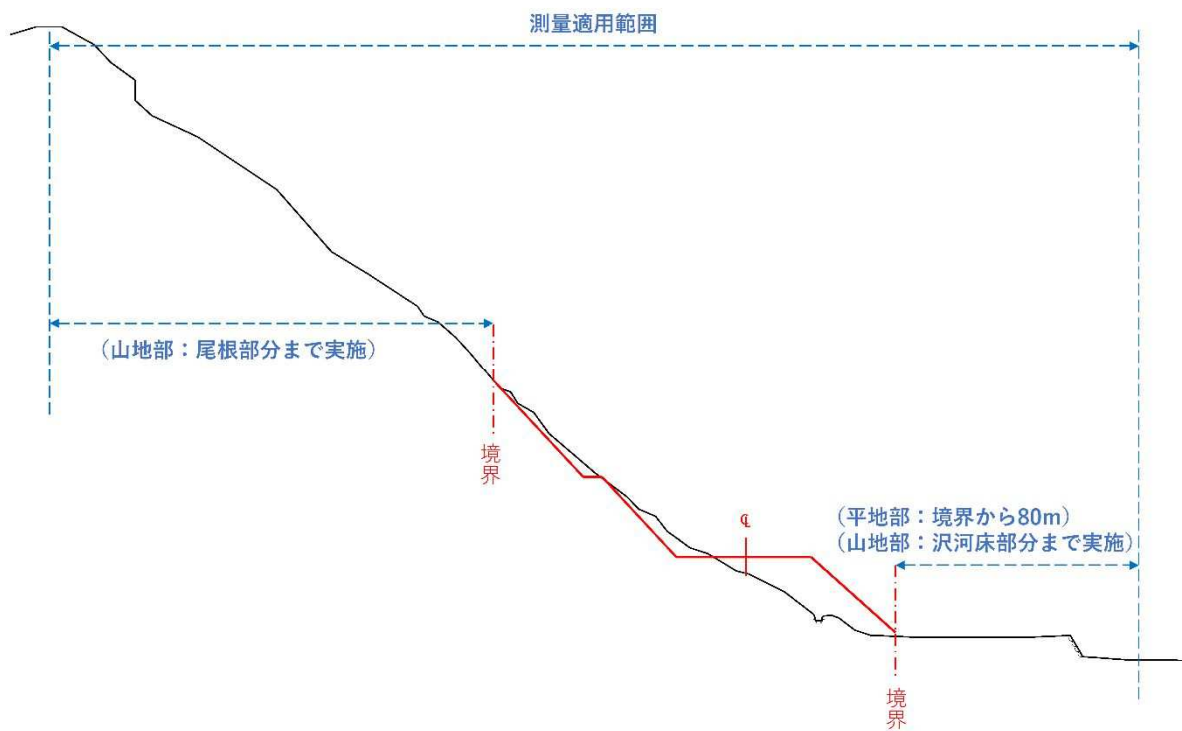


フェーズ  
PHASE② UAVレーザ計測

- ・予備（B）、詳細設計で使用することを目的とする。
- ・計画外側ライン（道路官民境界外側）より、約 80m の範囲をUAV計測範囲と決定する。
- ・山間部は、計画の切盛土部で範囲の微調整を行う必要がある。

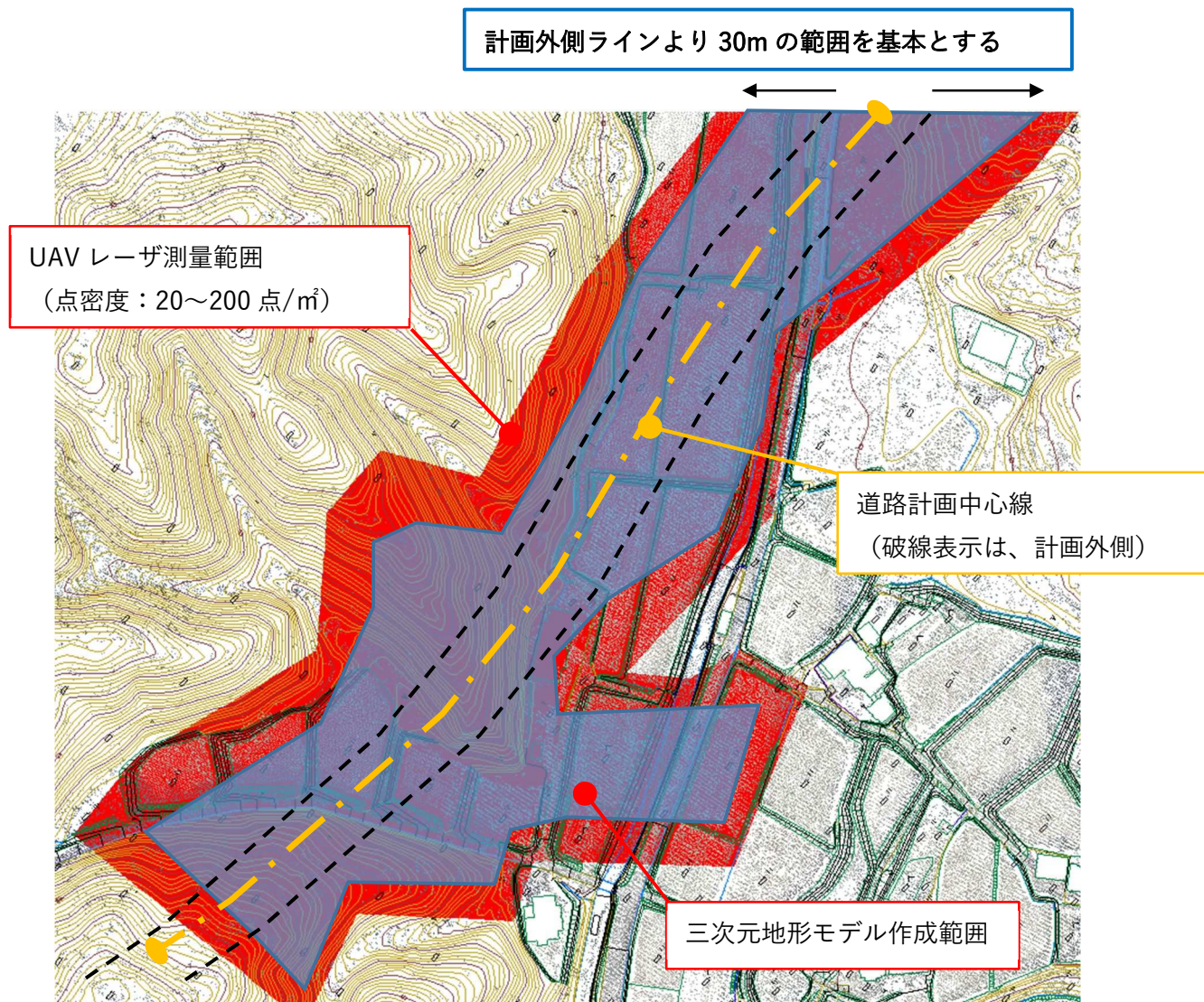


- ・予備（B）、詳細設計における測量適用範囲



フェーズ  
☛ PHASE③ 三次元地形モデル作成範囲

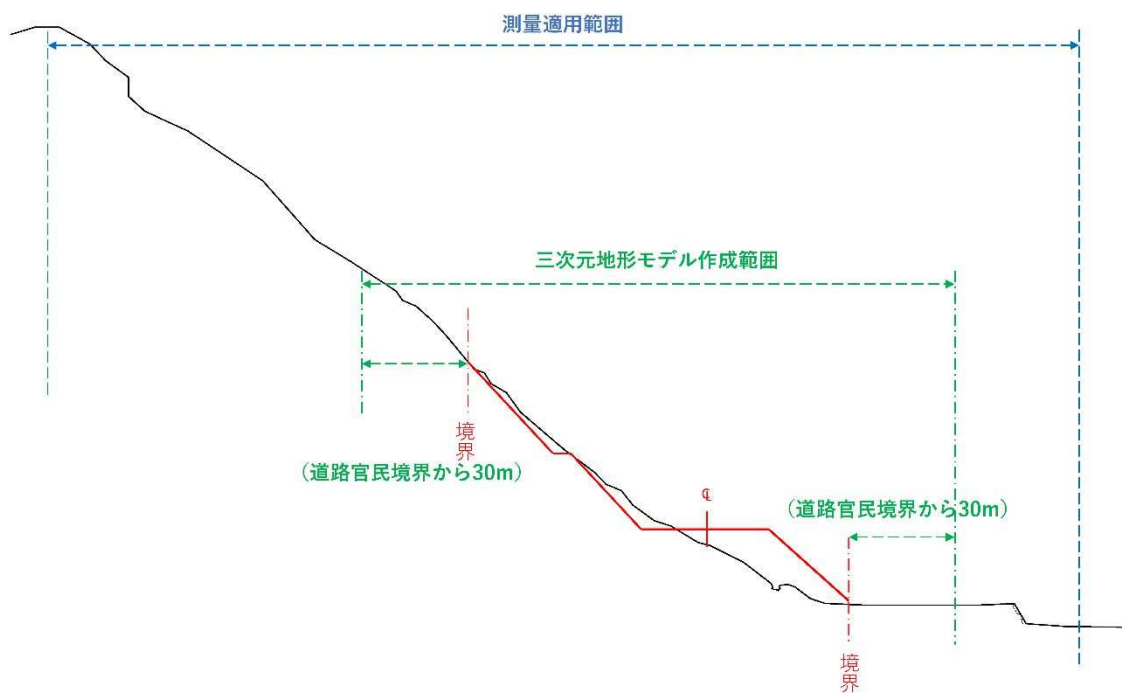
- ・ 予備（B）、詳細設計で使用することを目的とする。
- ・ 計画外側ライン（道路官民境界外側）より、約 30m の範囲で三次元地形モデルを作成する。
- ・ 三次元地形モデル作成外は、三次元設計周辺データとして、処理する。



※赤色部分は、三次元設計周辺データとして、処理すること。

※三次元地形モデル内の三次元設計周辺データ作成処理は行う。

- ・予備（B）、詳細設計における三次元地形モデル作成範囲


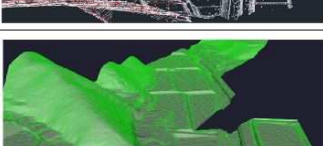



## 7. 3次元設計に活用できる測量成果の作成手順について

### (1) 測量成果データと期待できる使用用途について

データ種類	データ概要	3次元設計を実施する上で、想定される使用用途	データ形式
	<ul style="list-style-type: none"> <li>オリジナルデータ</li> <li>各コース毎の計測データを合成処理し、ノイズ処理をした点群データ。</li> <li>地物と地表面を含む三次元の点群データ。</li> <li>現地そのものを点群で表現したデータ。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>3次元設計上、直接的な使用頻度は低いが、後続作業で作成する「三次元設計周辺データ」で使用。</li> <li>三次元点群測量の基礎データである。</li> </ul>	CSV or TXT
	<ul style="list-style-type: none"> <li>グラウンドデータ</li> <li>地表面のみのデータ。</li> <li>フィルタリング処理により、地表とそれ以外の点群データに分類。</li> <li>除去(フィルタリング)されるものは、作業規程に記載されている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>3次元設計上、直接的な使用頻度は低いが、後続作業で作成する「三次元地形ベクトルデータ」、「計測三次元地形モデル」、「グリッドデータ」、「等高線データ」の基礎データである。</li> <li>各データ作成の基となる基礎データである。</li> </ul>	CSV or TXT
	<ul style="list-style-type: none"> <li>計測三次元地形モデル(TINデータ)</li> <li>グラウンドデータから作成した TIN データ。</li> <li>TIN(三角網)で形成された三次元地形モデル。</li> <li>細かい三角網(TIN)で表現され、詳細な地形表現が可能。</li> <li>自動処理で行われるため、構造物の形状などは、ガタガタな状態である。</li> <li>非常に大きいデータ容量</li> <li>納品対象外のデータである。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>3次元設計上、直接的な使用頻度は低いが、後続作業で作成する「三次元地形ベクトルデータ」の基礎となるデータである。</li> <li>データ容量が非常に大きく、このままでは設計に使用出来ないが、微細な地形表現に特化している。</li> </ul>	Land XML
	<ul style="list-style-type: none"> <li>グリッドデータ</li> <li>グラウンドデータをもとに、不規則な点群データを、規則正しい格子間隔の点群データへ。</li> <li>グリッドデータの必要性や、格子間隔は協議で決定する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>設計上、ほぼ使わないデータである。</li> <li>「三次元地形モデル」を作成する上で、局所的に使用するデータになる。</li> <li>大規模かつ概略的に標高情報が必要な場合は、使用することがある。</li> </ul>	CSV or TXT
	<ul style="list-style-type: none"> <li>等高線データ</li> <li>TIN データから作成した等高線データ。</li> <li>業務目的や、縮尺に応じて、等高線間隔を自由に設定することが可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>3次元設計上、使用頻度は低いが、関係機関協議資料や、平面計画図として使用されることが多い。</li> <li>CADデータとして使用される。</li> <li>「三次元地形モデル」のデータ容量軽減処理でも使用する。</li> </ul>	DXF or DWG

### 3次元設計で活用できるデータへ加工・処理する

データ種類	データ概要	3次元設計を実施する上で、想定される使用用途	データ形式
	<ul style="list-style-type: none"> <li>三次元地形ベクトルデータ</li> <li>計測三次元地形モデルを使用し、既存平面図(二次元平面図データ)の線データに高さ情報を加えたデータ。</li> <li>平面図がベースであるため、地形表現が明確で分かりやすい。</li> <li>平面図を構成する線に高さを与えたものであるため、垂直構造物(水路の底など)の詳細な地形は、表現出来ない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>3次元設計上、使用頻度は低い。</li> <li>CADデータとして使用可能であり、地形表現も従来の平面図と同様である。</li> <li>協議資料などでの使用が見込めるが、三次元設計を行う上で、必ず必要なものではない。</li> </ul>	DXF or DWG
	<ul style="list-style-type: none"> <li>三次元地形モデル</li> <li>三次元地形ベクトルデータ、補測測量結果から、作成した三次元地形モデル。(データ容量軽減)</li> <li>補測測量で、地形・地物等を計測しているため、構造物や道路などの再現が明確である。</li> <li>三次元地形ベクトルデータでは表現しきれない水路形状や二重構造(橋梁部など)も表現が可能となる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>3次元設計上、使用頻度は高い。</li> <li>BIM/CIMモデル分類の「地形モデル」に相当するデータである。</li> <li>3次元設計を行っていく上で、必ず必要となるデータである。</li> <li>データ容量、エッジ部の形状などの加工を施したデータ。</li> </ul>	Land XML
	<ul style="list-style-type: none"> <li>三次元設計周辺データ</li> <li>三次元地形モデルと点群周辺データを合わせたデータ。</li> <li>点群周辺データとは、業務目的に併せて、点群データ(オリジナルデータ)をレイヤー分けしたものの。</li> <li>設計に必要なクリアランス計測などで使用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>3次元設計上、使用頻度は高い。</li> <li>支障物件への干渉検討などで使用する。</li> <li>不要な樹木や草がなくなり、設計者が必要なものだけを表示して使用することが可能。</li> <li>オリジナルデータをもとに、施設物ごとにレイヤー分けしたデータである。</li> </ul>	Land XML and CSV

※ 測量業務では、「規程外のデータ」も成果品として納品すること。



(2) 三次元地形ベクトルデータ作成マニュアル (案)

※ 航測図化あるいは現地測量などの平面図データを既に有していること、及び「設計用数値地形図データ作成仕様【道路編】 (案)」に準じていない事が前提条件

■ 準備するデータ

- ・ 既存平面図データ (SFC、P21、DXF、DWG 形式 など)
- ・ 計測三次元地形モデルもしくは、グラウンドデータ (LandXML、csv、txt など)

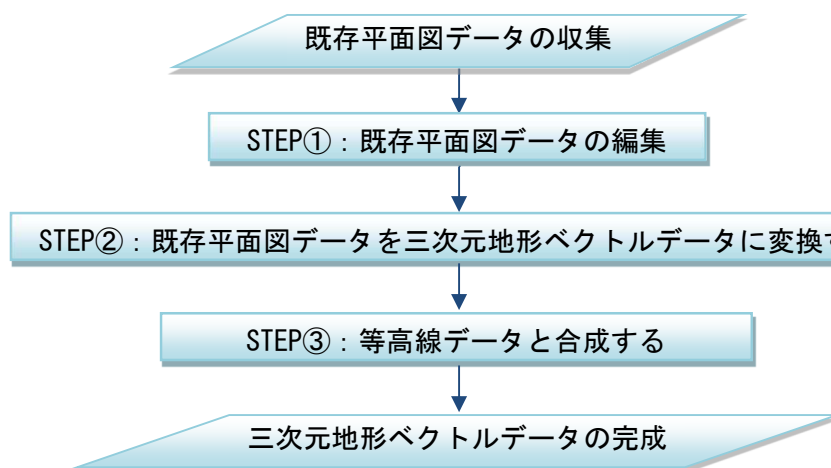
■ 使用するソフトウェア

- ・ 点群処理ソフト
- ・ CADソフト
- ・ 三次元変換ソフト (2Dデータを3Dデータ化へ変換)

■ 納品ファイル形式

- ・ CADファイル (DXF、DWG 形式)

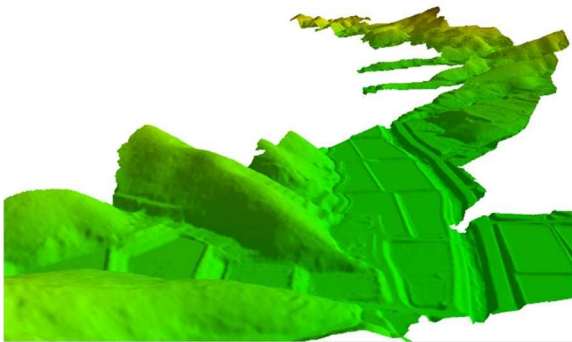
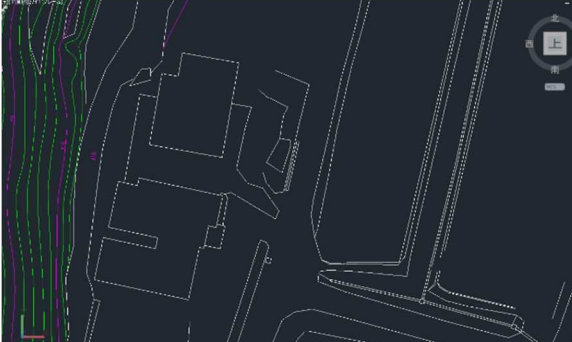
■ 処理のフロー

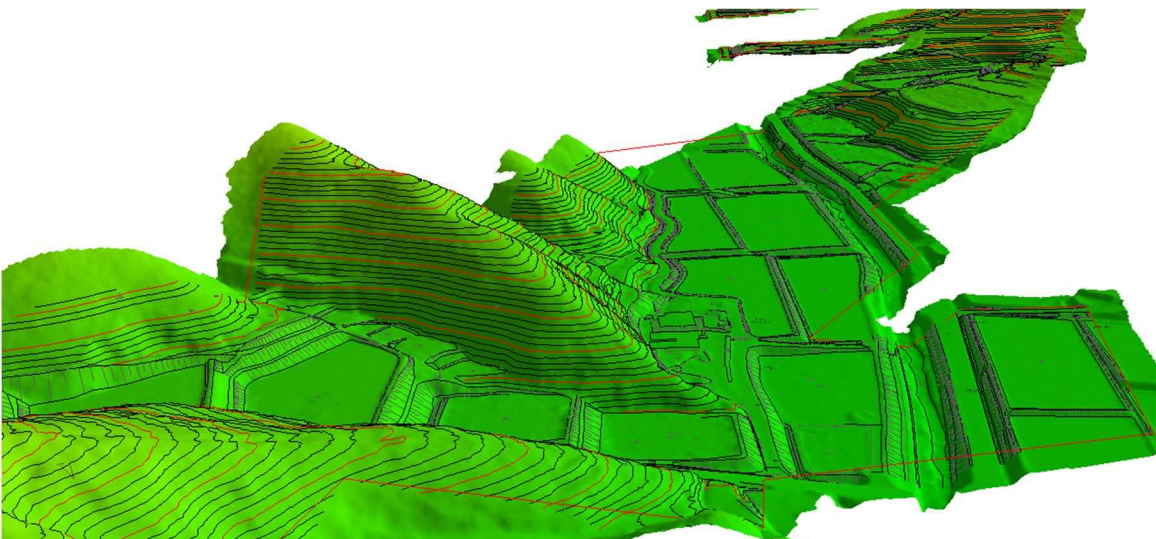


☛ STEP① CADソフトを使用して、既存平面図データを編集する。

編集前 (既存平面図)	編集後 (既存平面図)
<p>《処理内容：手動処理》</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 既存平面図データから、注記 (地図記号や図式) のみを別レイヤーに分ける</li> <li>・ 破線で表示されているものを、全て実線に変更する。</li> <li>・ 実線のみ線データだけで構成される平面図データを作成する。</li> </ul>	

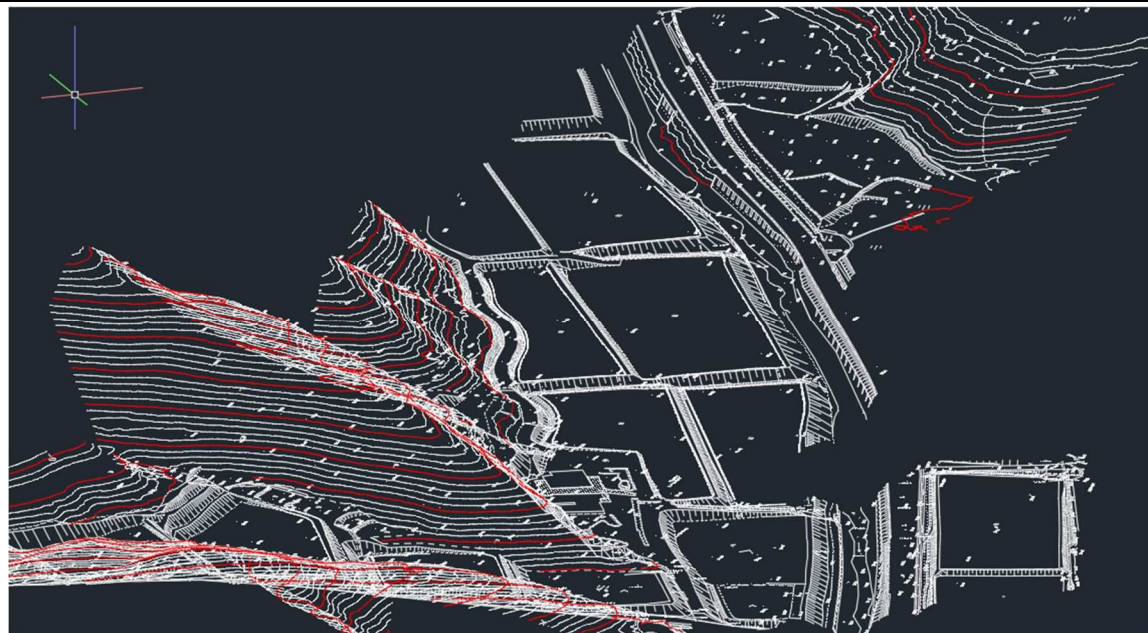
- STEP② 三次元変換ソフトを使用して、既存平面図データに高さを付与する。

使用データ (計測三次元地形モデル)	使用データ (STEP①で作成したC A D)
	
<p>《処理内容：自動処理》</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 三次元変換ソフトに、計測三次元地形モデルと STEP①で作成した平面図C A Dデータを読み込み、結合処理を行う。</li> </ul>	

結合処理後 (三次元地形ベクトルデータ)

<p>《処理結果》</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 計測三次元地形モデル上に、既存平面図データのベクトルデータが貼合わされる。</li> <li>・ エクスポートで平面図データを出力する。(2D データから 3D データ化へ)</li> </ul>

- STEP③ グラウンドデータをもとに作成した等高線データと合成処理を行う。

完成品 (三次元地形ベクトルデータ)



《処理内容：手動処理》

- ・グラウンドデータをもとに作成した等高線データと、STEP②で作成した平面図データとを、CADソフトを使用して、図形編集により合成処理する。
- ・成果品の「三次元地形ベクトルデータ」完成。

(3) 三次元地形モデル作成マニュアル (案)

■ 準備するデータ

- ・ (2) で作成した三次元地形ベクトルデータ (DXF、DWG 形式 など)
- ・ グラウンドデータ (csv、txt 形式 など)
- ・ 現地補測結果 (高さ情報を保持した座標データ (sima データ))

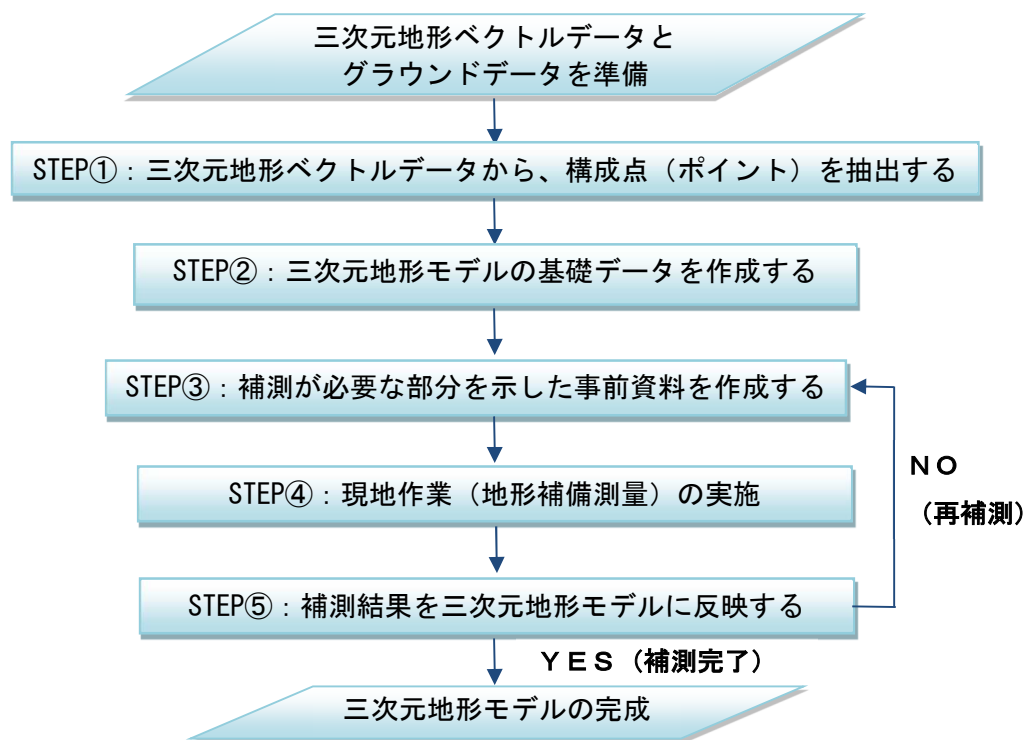
■ 使用するソフトウェア

- ・ G I S ソフト
- ・ 点群処理ソフト
- ・ 測量系処理ソフト

■ 納品ファイル形式

- ・ Land XML 形式

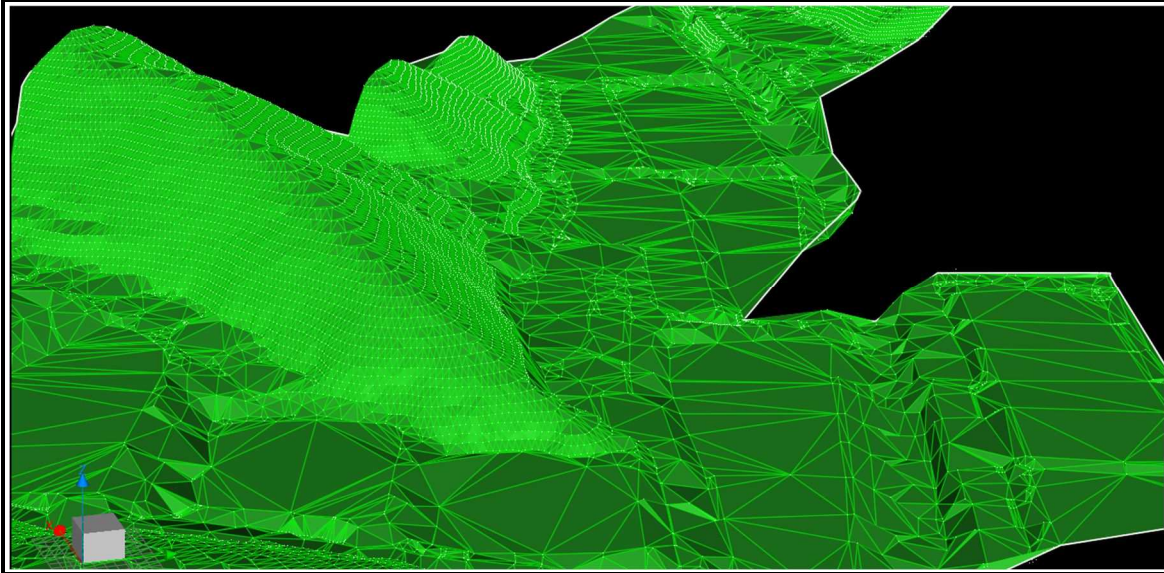
■ 処理のフロー



- STEP① 三次元地形ベクトルデータから、GISソフトを使用してCADのベクトル構成点(ポイントデータ)を抽出する。

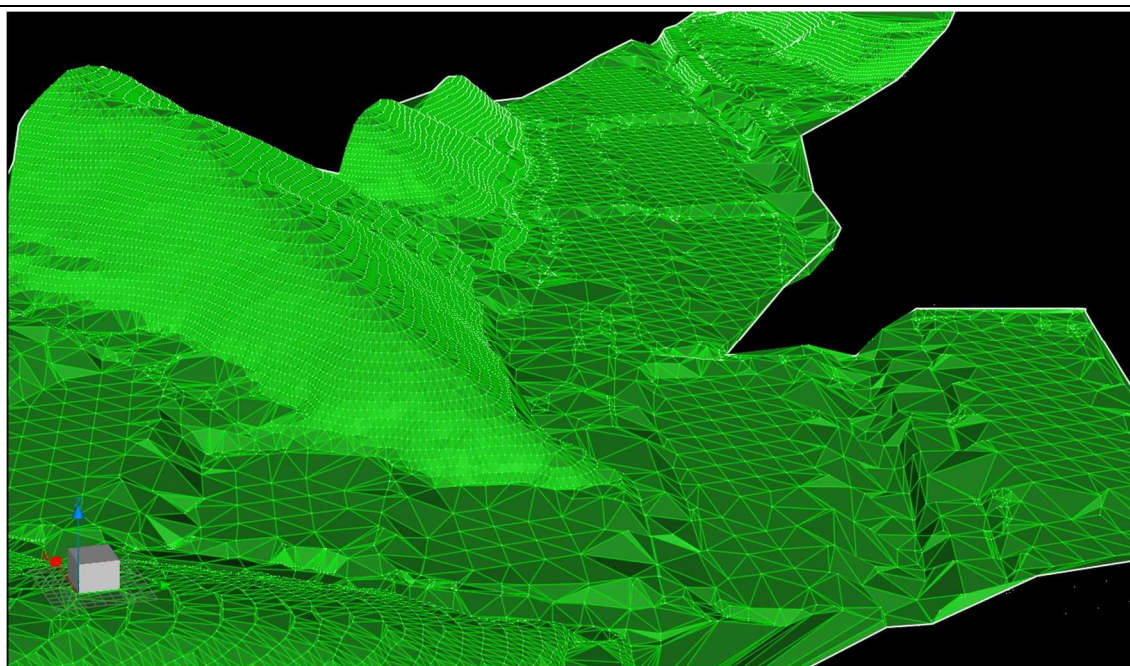
ポイント抽出 (地形部)	ポイント抽出 (等高線)
	
<p>《処理内容：自動処理》</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>GISソフトの「ポイント発生」コマンドを使用し、三次元地形ベクトルデータのベクトルを構成している点(起終点および変化点)を抽出する。 (左画像の青色丸が、抽出されたポイント)</li> <li>作成した等高線データをもとに、等高線ベクトルデータから1mピッチにポイントデータを抽出する。(右画像の緑色丸が、抽出されたポイント)</li> </ul>	

- STEP② 三次元地形モデルの基礎データを作成。
  - STEP①で抽出したポイントデータを使用する

抽出したポイントデータのみで、三次元地形モデルを作成

<p>《処理内容》</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>STEP①の処理で抽出したポイントデータのみを使用して、三次元地形モデルを作成する。</li> <li>三次元地形モデルの基礎データとなる。</li> </ul>

2) グラウンドデータを使用して、三次元地形モデルの基礎データを加工・編集

グラウンドデータを使用して、加工・編集した三次元地形モデル

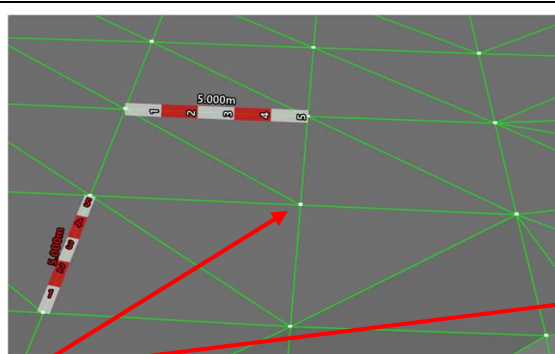


《処理内容：手動処理》

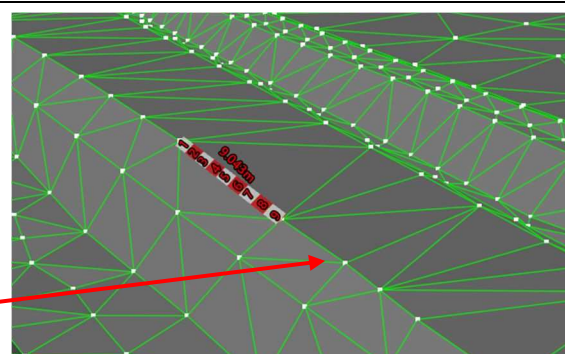
- ・グラウンドデータを使用して、平らな部分（田・畑・道路面など）のみで、メッシュ処理（5m 間隔）を行う。
- ・法肩法尻部分や構造物の形状などは、オルソ画像等を参考に 10m に 1 点程度を目安に、適宜グラウンドデータを追加又はブレークライン法（傾斜変換点・TIN を構成する三角形の一辺を補う方法。自然な形状の表現が可能）で形状変化点を補間する。

【参 考】令和 2 年度俵山豊田道路豊田地区地形測量業務

モデル構成点（メッシュ部分）



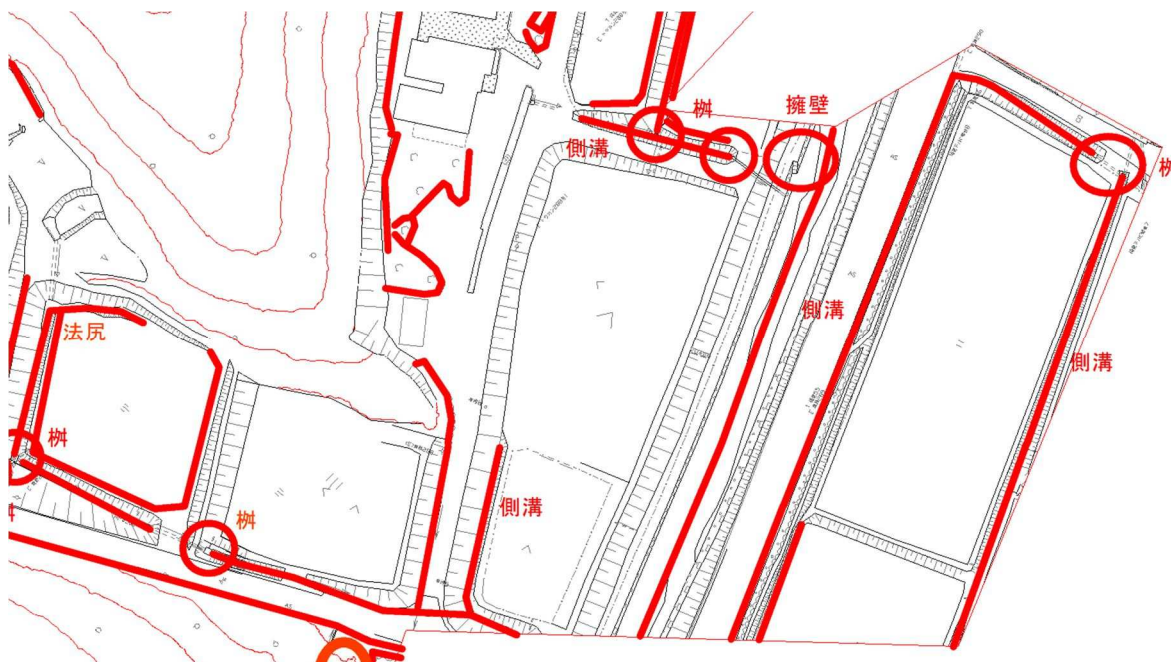
モデル構成点（構造物）



- ・白丸（モデル構成点を表示）
- ・地形モデル作成に使用する点群は、平坦部ではメッシュ処理により 5m 間隔、法肩法尻部分や構造物形状は、10m に 1 点程度を基本とし、これによりがたい場合は監督職員と協議するものとする。

☛ STEP③ 補測が必要と思われる部分を示した事前資料を作成する。

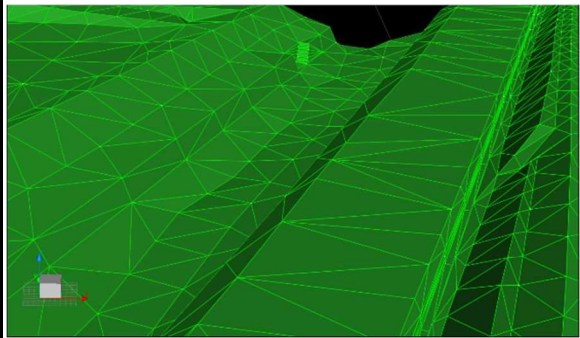

- ・作成した三次元地形モデル（基礎）をパソコン上で、形状表現のおかしな箇所や、構造物形状の確認が必要な箇所などを、目視により確認を行う。
- ・確認した事項について、既存平面図上に目印を付けていく。（現場資料となる）



☛ STEP④ 現地作業（地形補備測量）を実施する。

☛ STEP⑤ 補測結果を三次元地形モデルに反映する。

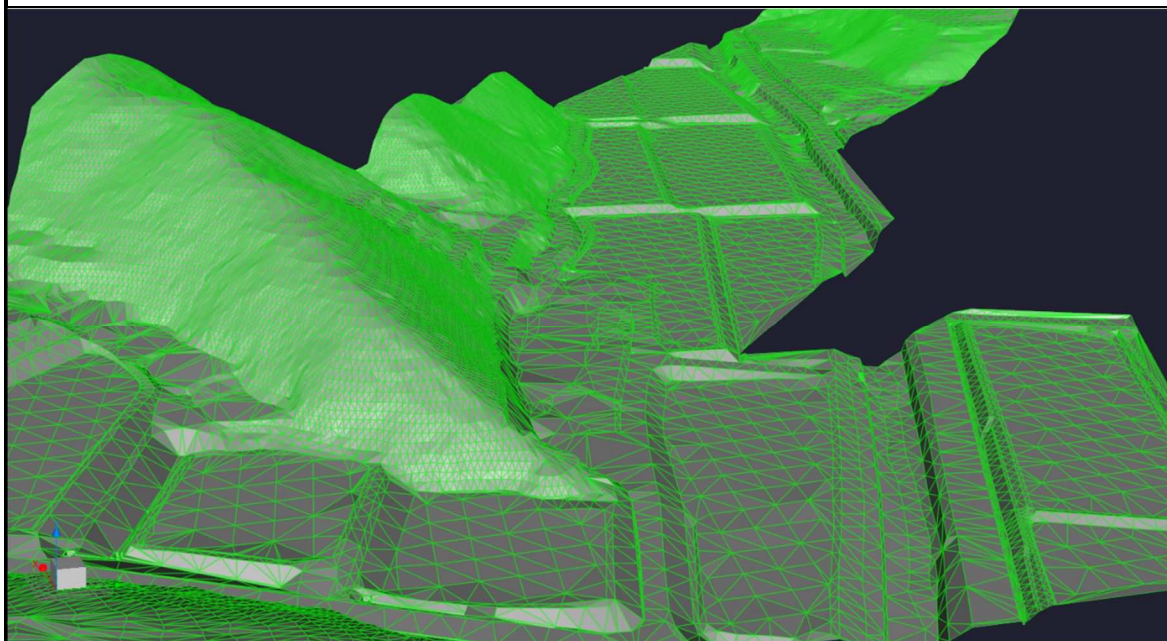
補測（地形補備測量）結果を反映した三次元地形モデル

《処理内容：手動処理》

- ・補測で得た測量結果を、測量系処理ソフトを使用して三次元データとして座標計算を行う。（高さ情報を保持した座標データ）
- ・座標計算で算出した三次元データを、三次元地形モデル上に展開し、法肩法尻ラインや構造物形状が現実と同じになるよう地形モデル形状の編集を行う。

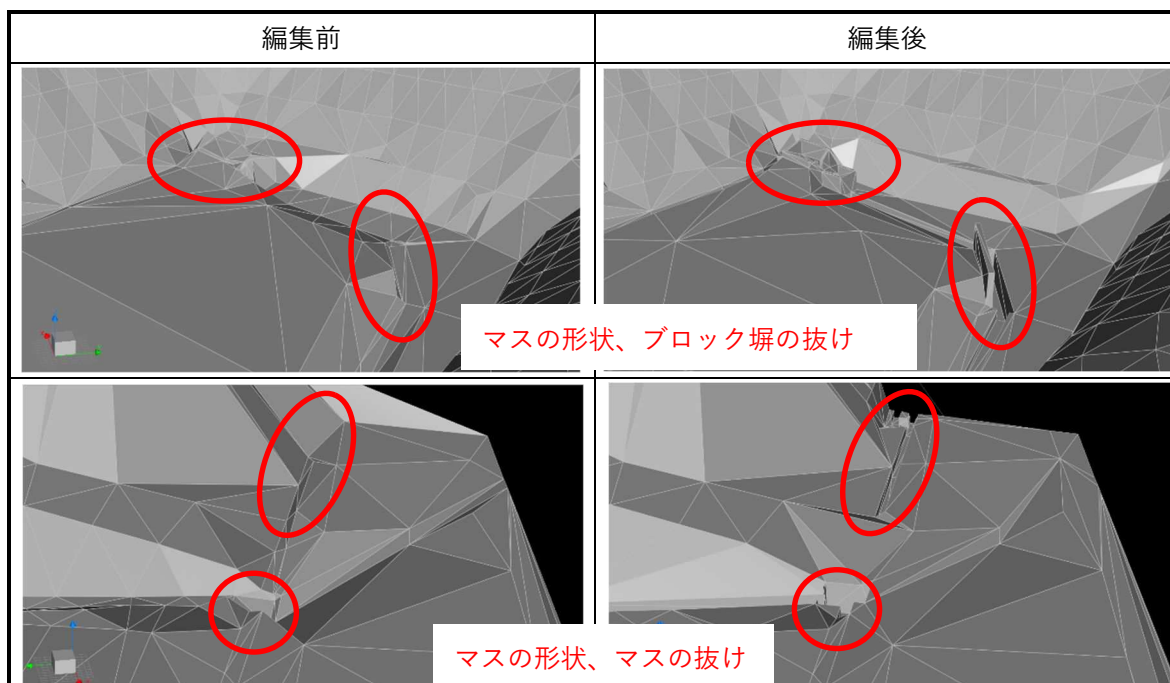
完成品 (三次元地形モデル)



《処理内容：手動処理》

- ・STEP③から⑤の処理を、モデル形状のおかしな部分がなくなるまで、繰り返し行う。
- ・「三次元地形モデル」完成。

【参 考】モデル形状のおかしな部分とは・・・



- ・作成した三次元地形モデルの形状が、現地と合わない。
- ・補測測量の不足や抜け。



#### (4) 三次元設計周辺データ作成マニュアル (案)

##### ■ 準備するデータ

- ・オリジナルデータ (csv、txt 形式 など)
- ・(3) で作成した三次元地形モデル (Land XML)

##### ■ 使用するソフトウェア

- ・点群処理ソフト

##### ■ 納品ファイル形式

- ・点群データ (csv 形式)

##### ■ 処理概要

- ・オリジナルデータをもとに、三次元地形モデル上で表現できない地物等について、レイヤー分けを行ったものである。
- ・計測範囲全域を対象とし、各地物ごとに分けた点群データである。

《 レイヤー分けする地物について 》

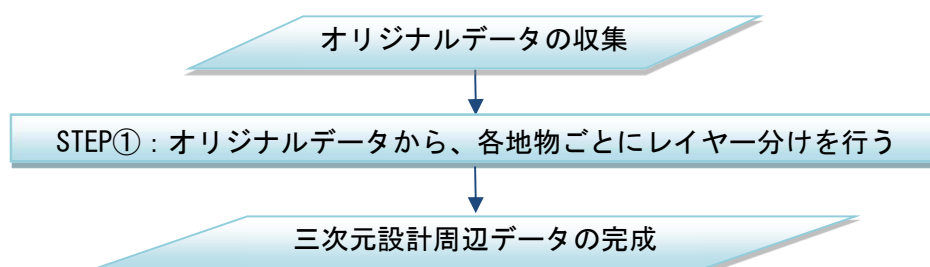
- 1) 家屋
- 2) 電柱・架空線
- 3) 道路施設 (案内板・信号機・外灯)
- 4) フェンス・ガードレール・ブロック塀
- 5) 鉄道部
- 6) 橋梁部
- 7) その他 (地物に応じて、仕様を決定する)
- 8) 境界点 (必要に応じて)

⇒ 境界点 (地籍調査) は、標高を保持していないため、2Dから3Dへの変換処理が必要となる。

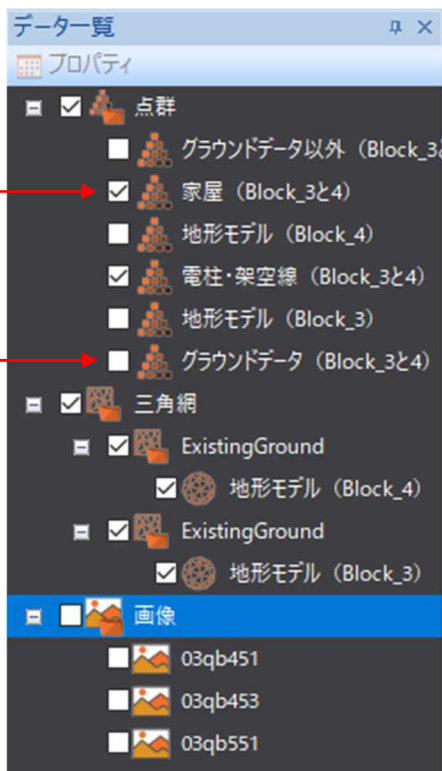
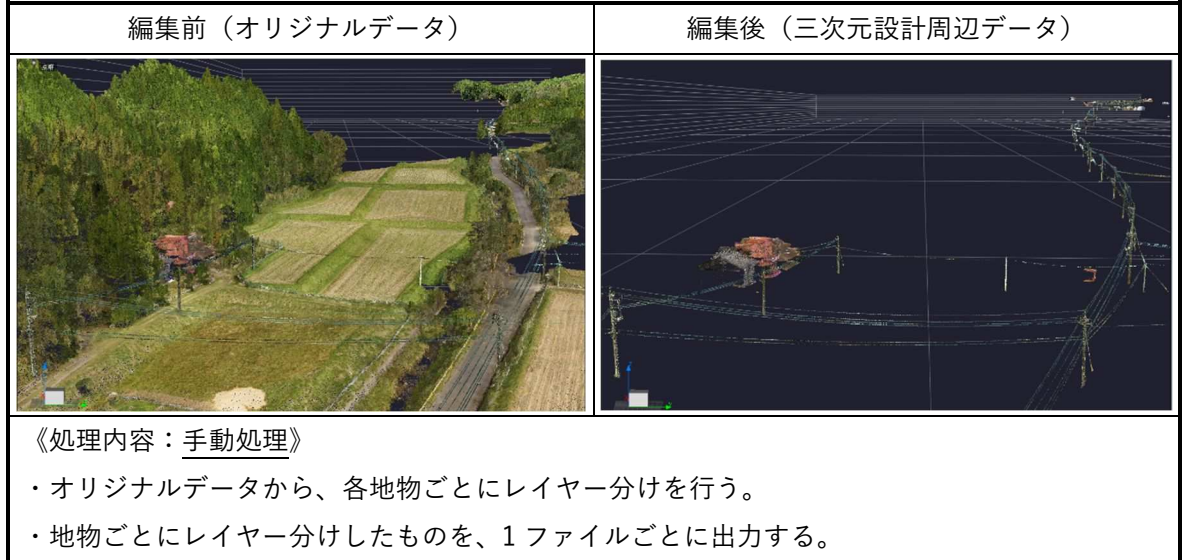
⇒ あくまでも境界点だけの表現となるため、表現に工夫が必要となる。  
境界線 (画地) は、モデル上で表現出来ない。

※ レイヤー分けを行った地物ごとに、ファイル (csv 形式) を出力し、納品する。

##### ■ 処理のフロー



- STEP① 点群処理ソフトを使用して、オリジナルデータから、各地物ごとにレイヤー分けを行う。



図：点群ソフト上で展開した様子

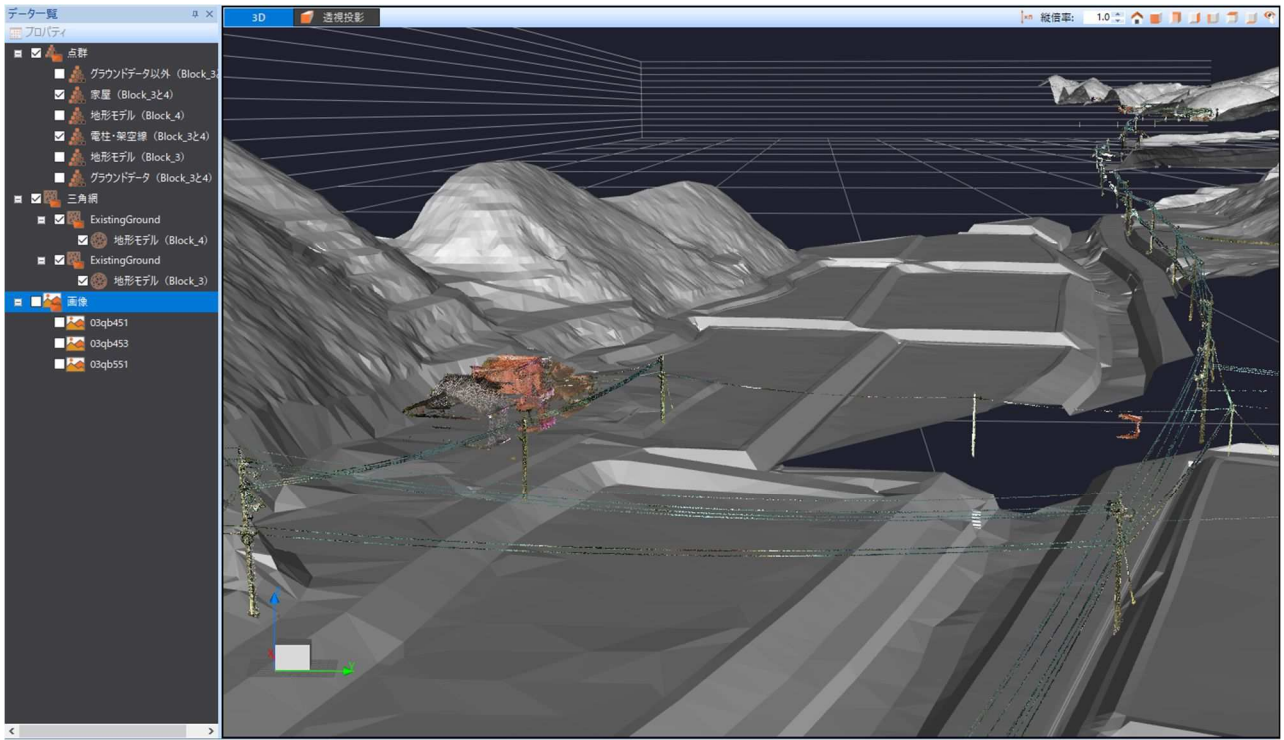
●	グラウンドデータ (Block_3と4)	2021/02/12 14:54	テキストドキュメント	154,531 KB
●	グラウンドデータ以外 (Block_3と4)	2020/11/07 11:26	テキストドキュメント	12,091,636 KB
●	家屋 (Block_3と4)	2020/11/10 15:12	テキストドキュメント	38,888 KB
●	電柱・架空線 (Block_3と4)	2021/01/20 10:41	テキストドキュメント	47,723 KB

※ レイヤー分けした地物をファイル名として使用する。

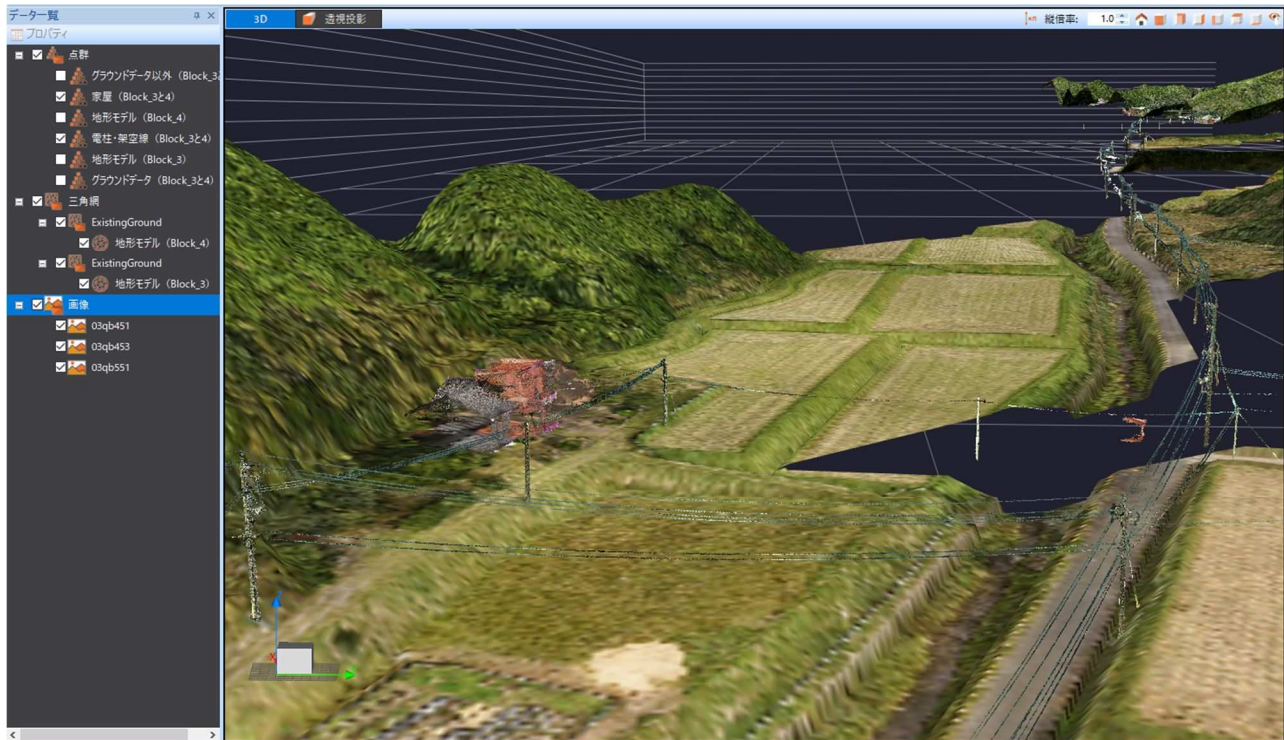
※ 上記の凡例で使用しているモデルは、電柱・架空線の点密が少なかったため、地上型レーザー機を使用して、補測を行っている。



■ 展開イメージ1 (三次元地形モデル + 三次元設計周辺データ)



■ 展開イメージ2 (三次元地形モデル + オルソ画像 + 三次元設計周辺データ)



【参 考】三次元点群測量で使用されている主なソフトウェア一覧表

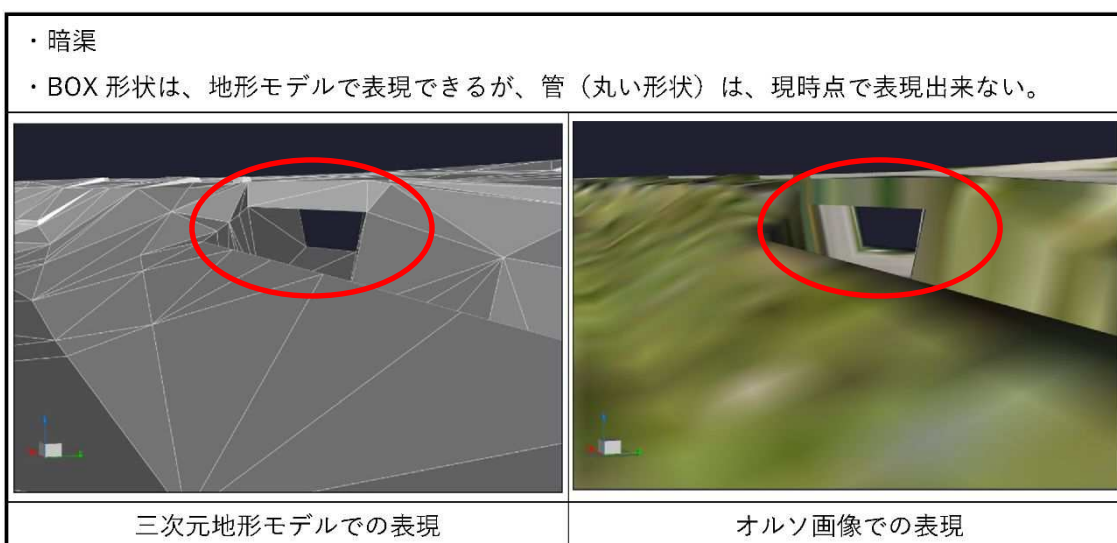
使用用途	ソフトウェア名
点群処理ソフト	TREND-POINT Land Forms64
CADソフト	Auto Cad Civil3D Infraworks Navisworks
三次元変換ソフト	Scan SurveyZ
GIS系ソフト	Arc GIS SIS QGIS
測量系処理ソフト	Mercury-Evoluto

### 8. 地形補備測量（補測）のあり方

上記の各種データ作成マニュアル（案）より、地形補備測量（補測）の必要性・重要性は明らかであり、地形補備測量（補測）必要箇所抽出を行い、これまで実施している「現地測量」と同様の作業手法を行うことになる。

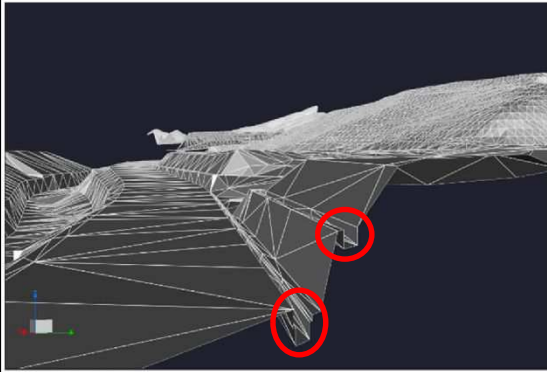
ここでは、これまで実施してきた設計のニーズを基に、補測重点箇所や、地形補備測量の手順・手法について紹介する。

■ 補測重点箇所について（留意して頂きたい構造物：設計からのニーズ）

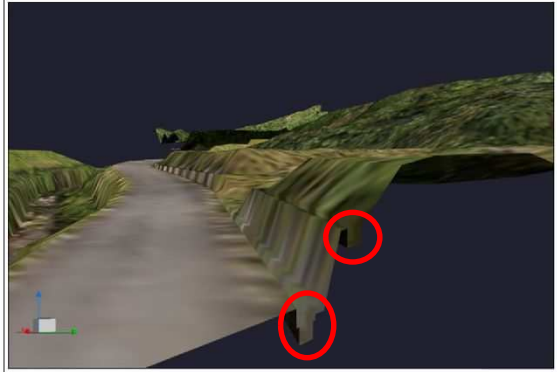


・水路

・土水路も含め横断面として切り出した時に形状がはっきりと分かるように



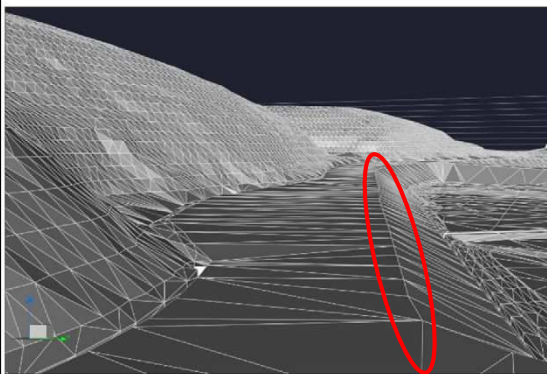
三次元地形モデルでの表現



オルソ画像での表現

・道路

・保護路肩端部の法肩形状が欲しい

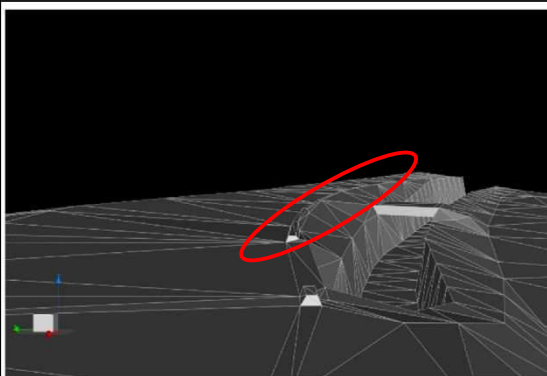


三次元地形モデルでの表現



オルソ画像での表現

・縁石（アスカープ）

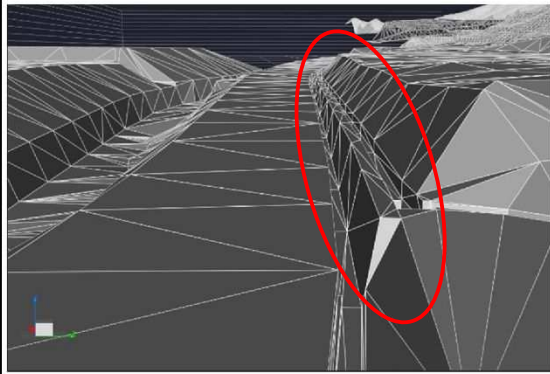


三次元地形モデルでの表現



オルソ画像での表現

- ・ブロック積み等の擁壁構造と天端コンクリート幅
- ・土などが覆いかぶさった部分のモデル化は、出来ない

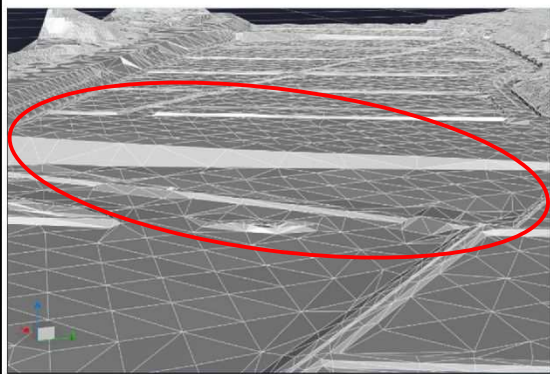


三次元地形モデルでの表現



オルソ画像での表現

- ・田んぼ
- ・畦畔含んだ法面や田面の形状

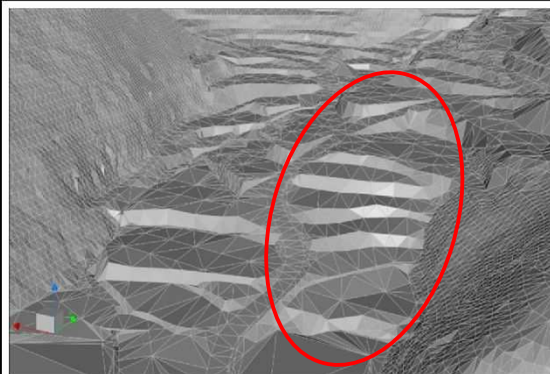


三次元地形モデルでの表現



オルソ画像での表現

- ・棚田形状



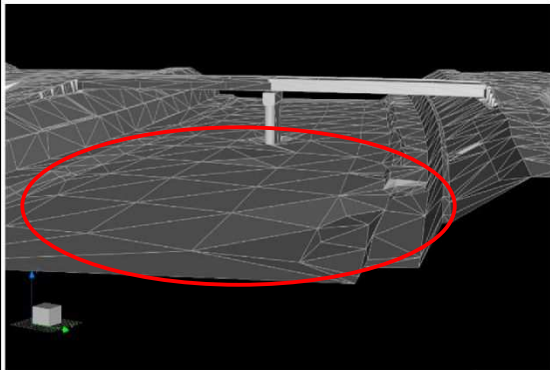
三次元地形モデルでの表現



オルソ画像での表現

・水路や河川護岸

・水部河川内や、基礎周辺部分は、補測測量（実測で単点）で補填している。



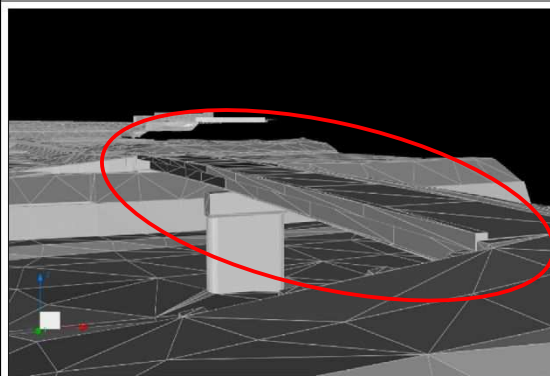
三次元地形モデルでの表現



オルソ画像での表現

・橋梁

・橋梁形状は、補測で地上型レーザ計測と簡易断面を実施し、その結果で作成している。



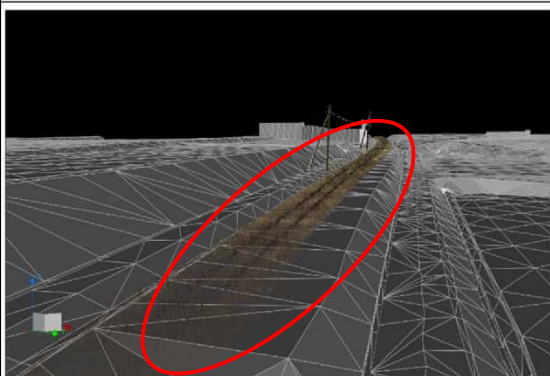
三次元地形モデルでの表現



オルソ画像での表現

・鉄道

・モデル面の高さは、設計で必要となる施工基面となる。（レールや砂利は、三次元設計周辺データで処理）



三次元地形モデルでの表現



オルソ画像での表現

■ 地形補備測量の手順・手法について

- 1) 三次元地形モデル作成マニュアル（案）より、**三次元地形モデルの基礎**となるデータを作成する。
- 2) 三次元地形モデルの基礎データをもとに、パソコン上で形状表現のおかしな箇所や、構造物形状の確認が必要な箇所などを、**目視により補測箇所の抽出**を行う。
- 3) 抽出した箇所について、既存平面図などの図面上に目印を付けて整理する。  
（現場用資料の作成）
- 4) 補測箇所については、**監督職員と協議**すること。

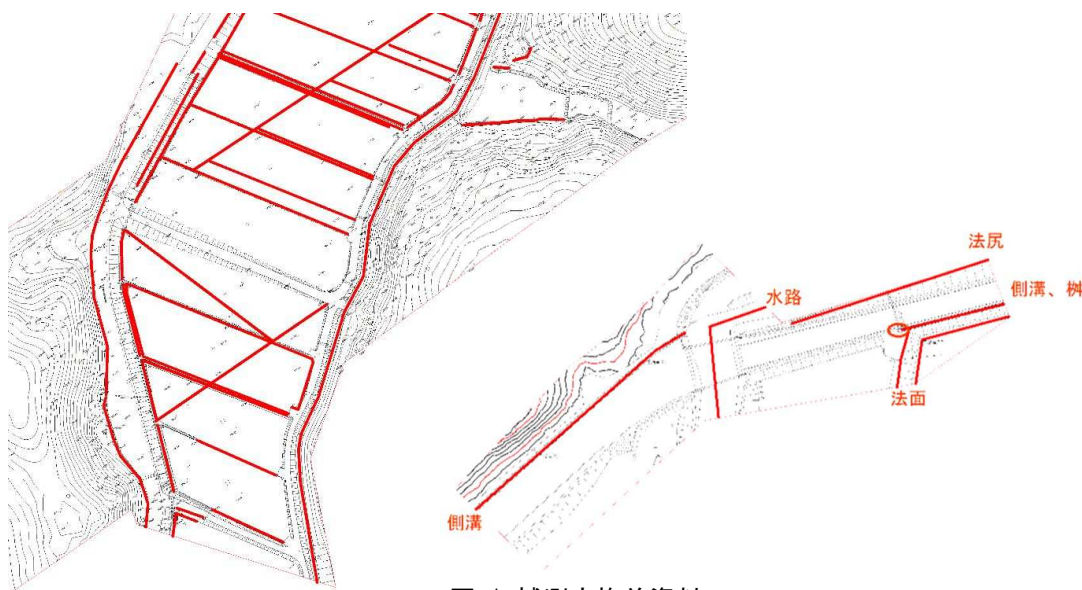


図-1 補測実施前資料

- 5) 現地で、補測箇所を補測する。補測手法は、T.S（トータルステーション）で実測する方法や、簡易断面で構造物の形状を確認する。  
また、地上型レーザ機を使用した、点群が低密な部分の補填なども挙げられる。
- 6) 地形補備測量で得た測量結果を、三次元地形モデル上に展開し、モデル形状の編集を行う。モデル形状のおかしな部分なくなるまで、繰り返し作業を行う。

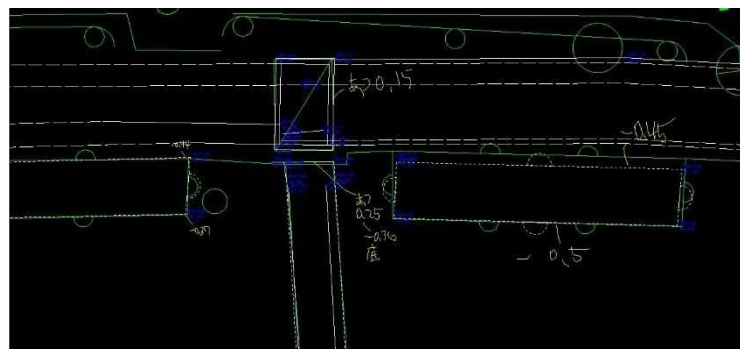


図-2 現地補測メモ状況（構造物形状）