

# 『3D レーザースキャナを用いた測量の 有効性について』

株式会社フジヤマ 社会基盤整備部 久嶋 啓介

## 1. はじめに (概要も含む)

### 1.1 概要

法面設計を実施する際、対象となる斜面の平面測量及び縦横断測量を行い、地形を把握し、設計を行ってきた。近年は、3D レーザースキャナを用いた測量が普及し、対象を面として捉えた測量が可能となっている。本論文は、地上設置型レーザースキャナを用いた測量結果にて法面設計を行った業務例より、3D レーザースキャナによる測量成果を用いた設計の有効性について報告するものである。

#### ※3D レーザースキャナによる測量について

対象物に対してレーザー光を照射し、反射光が戻ってくる時間と角度から対象物の3次元座標を取得する測量方法である。現地作業は、測量機器の据付を行い、レーザー照射を行うのみである。ただし、計測箇所から対象物までの間に障害物等がある場合は、レーザー照射が届かないため、未測箇所となってしまう。未測箇所をなくするためには、複数箇所からの計測が必要となる。

### 1.2 事例業務

#### (1)実施目的

県道に面するモルタル吹付法面にて、モルタルにクラックが確認された。(写-1 参照)モルタルの剥落や斜面崩壊による道路利用者への被害を防止するための対策の検討を目的とした業務である。

#### (2)対象となるモルタル吹付法面の現況

対象となるモルタル吹付法面は、県道側面に位置する切土法面(L=100m程度、最大切土高H=10m程度)であり、整形はされているものの、岩盤の形状で凹凸がある。平均法面勾配は、1:0.7程度である。(写真-2,3 図-1 参照)モルタルの状況は、垂直方向のひびわれが5m程度の間隔で発生しており、ひびわれ部に1cm程度の段差が発生している箇所も確認された。ひびわれ延長は、概ね法肩から法尻まで連続しており、ひびわれ幅は、最大1cm程度であった。法尻に位置する県道は、2車線で整備されており、歩道は設置されていない。対象法面の法尻から県道車線部までは、1m程度の離隔がある。県道北側が対象となる切土法面であり、反対側は自然斜面となっている。



写-1 現地状況



写真-2 現地状況

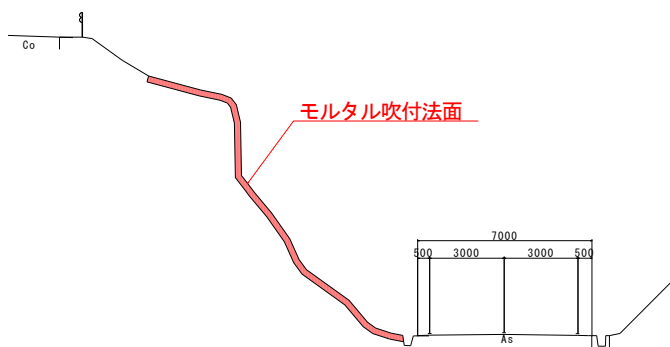


図-1 現況断面図

### (3) 実施した設計内容

既設モルタルの剥落を防止するため、モルタルの増厚吹付工を計画した。劣化が見られるモルタル吹付への対策としては、既設モルタルの撤去+新規モルタル吹付の施工と、新技術・新工法である既設モルタル存置+モルタルの増厚吹付工が考えられる。既設モルタル吹付の撤去・処分まで含めて検討を行い、経済性に優れたモルタルの増厚吹付工を採用した。また、斜面崩壊を防止するための鉄筋挿入工、表層崩壊を防止するための法枠の計画を行った。

## 2. 課題・問題点

### 2.1 立入が困難な現場状況

対象斜面は、モルタル吹付が施されている斜面であり、凹凸がある。斜面中腹部は、局部的に垂直となっている箇所もあり、近接での計測が困難である。従来の測量では、斜面中腹部の計測が困難であることから、法尻と法肩のみの計測となる。

法肩の高さ計測は、法肩部に転落防止柵等がないことから、転落の恐れがあり、危険を伴う作業となる。また、法尻に位置する県道は、道路縦断勾配が7%程度と急であり、通行車両の通過速度が速い。対象斜面の法尻と車線の離隔が1m程度しかないことから、法尻部分の測量も危険を伴う作業となる。

### 2.2 法面展開図の精度

当該箇所は、道路台帳付図しか地形情報がない。等高線が記載された平面図等もなく、現地の地形の把握が難しい。また、既設モルタルは、凹凸が多く、法肩・法尻を繋ぐだけの展開図は、現地の地形と整合しない。

### 2.3 自然斜面における鉄筋の干渉

対象斜面に対して一律の角度で鉄筋挿入工を実施した場合、対象斜面に凹凸が多いことから、鉄筋の先端が干渉することが懸念される。

## 3. 対応策・工夫・改善点と適用結果

### 3.1 「立入が困難な現場状況」に対して

#### (1) 対応策及び工夫

地上設置型レーザースキャナを用いた測量を実施した。斜面中腹部などの近接が困難な箇所についても、近接を行うことなく、レーザーの反射により、点群データを取得した。地上設置型レーザースキャナを用いた測量は、未測箇所をなくするため、複数点から計測を行った。また、安全を考慮し、車道の外側等、安全な場所に機械を設置し行った。

#### (2) 改善点

対象斜面全体の計測は、1箇所からでは困難であったため、複数箇所で行った。各箇所の計測結果をPCにて繋ぎ合わせを行ったが、ビジュアルアライメント(形状合成)による合成手法を行ったため、現況の共通点が複数必要となり、観測が困難であった。樹木等の観測角度によって形状が異なる対象物では、合成を行うための共通点とはならない。計測結果の繋ぎ合わせを容易にするため、同一点として、任意の目印の設置を行うべきであった。

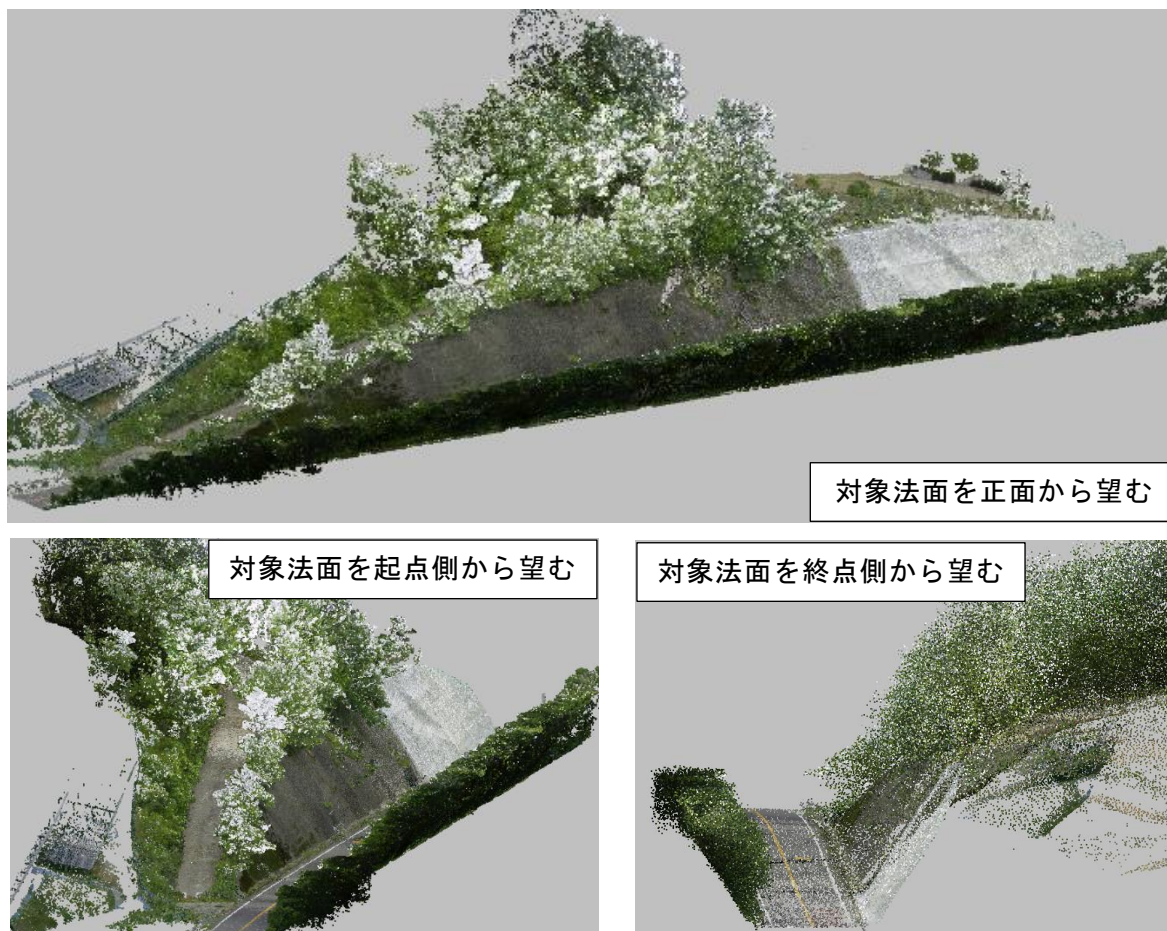


図-2 地上設置型レーザースキャナ測量による3次元モデル

### (3) 適用結果

地形全体の形状を把握することができた。(図-2 参照)

斜面全体の点群データを取得したため、現地調査後でも任意の断面図を作成することができる。従来の測量に比べ、現地作業の事故の危険性を減らすことができた。また、現地作業時間も短縮することができた。

## 3.2 「法面展開図の精度」に対して

### (1) 対応策及び工夫

計測結果の3次元モデル図を確認し、任意の横断面図を作成した。斜面の凹凸に合わせて斜距離の計測を行い、展開図を作成した。

また、点群データによる斜面の面積計測を行い、展開図の精度を確認した。計測の結果、展開図による法面面積は845m<sup>2</sup>であり、点群データ

による法面面積は840m<sup>2</sup>となった。誤差を5%程度に抑えることができた。

### (2) 適用結果

従来の測量では、法肩と法尻を一定勾配と仮定した展開図になってしまう。当該斜面のような凹凸が多い箇所では、施工数量と乖離が生じてしまう。点群データを活用した展開図を作成したことにより、設計と現地の乖離をなくすことができた。

## 3.3 「自然斜面における鉄筋の干渉」に対して

### (1) 対応策及び工夫

凹凸が大きい箇所について、別途横断面図を作成した。(図-4 参照) 鉄筋挿入工をCAD上で配置し、先端の干渉について確認を行った。

### (2) 改善点

上記横断面図により、垂直方向の鉄筋の干渉について確認を行ったものの、水平方向の鉄筋の



干渉については未確認であった。計画の3次元モデルを作成し、斜面全体での配筋の確認を行うべきであった。

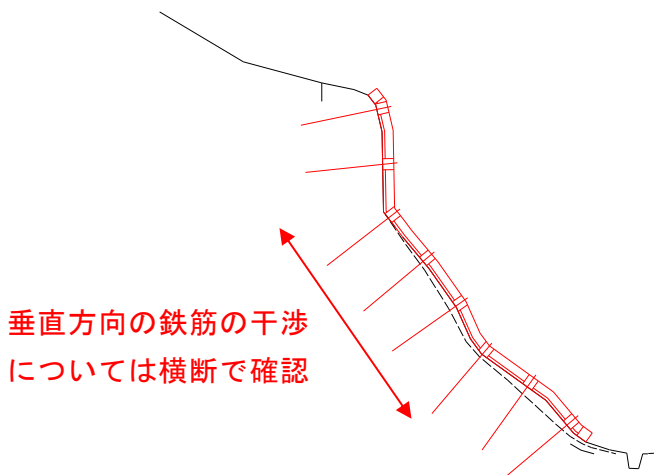


図-3 計画横断面図

#### 4. おわりに

##### 4.1 地上設置型レーザースキャナの有効性

今回の業務は、道路台帳付図しか情報がない状況で、法面設計を行う内容のものであった。道路台帳付図からの情報で法面設計を行った場合、現地と設計の乖離が大きく、施工時の変更・修正作業が発生する恐れがある。そのため、地上設置型レーザースキャナを用いた測量の実施を提案したものである。結果として、従来の測量に比べ、下記3点の有効性が確認された。

- ・立入が困難な場所の計測が可能
- ・安全な場所からの作業が可能
- ・任意の断面図作成が可能

また、現地作業時間も短縮することができた。今回の現場では、おおよそ2~3日程度現場作業が掛かるところ、地上設置型レーザースキャナを用いた測量では1日となった。

##### 4.2 今後の展望

周辺自然斜面の樹木が生い茂っている箇所、レーザーが樹木に反射してしまい、地形の把握が困難であった。樹木等が生い茂っている箇所

では、樹木等に反射してしまった点群データのフィルタ処理が必要となる。利用方法としては、災害等により樹木がなくなっている箇所や、構造物が設置されている箇所において特に有効性が発揮されると考えられる。

また、3Dモデルで施工ステップを作成することで、施工時の危険箇所などを事前に確認することができると考えられる。

可視化による効果は多く、別業務にて、点群データを用いて地元協議資料の作成を行った事例がある。(図-5,6参照)業務内容は、県道の拡幅及び歩道設置を行うものである。拡幅に伴い用地買収が必要となるため、周辺地権者を対象に地元説明会を実施した。点群データに写真から着色を行い、カラー点群とした。それに計画道路のデータを重ねて、完成形のイメージモデルを作成した。地元地権者との完成形のイメージ共有に役立ったと感じられた。

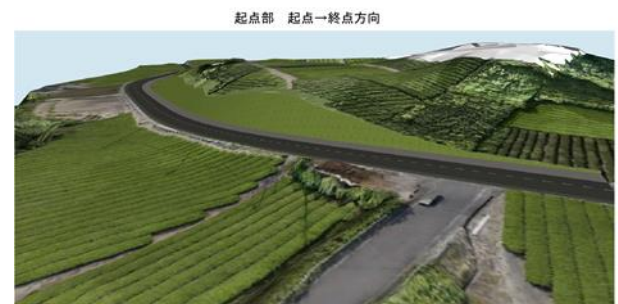


図-4 地元協議資料抜粋

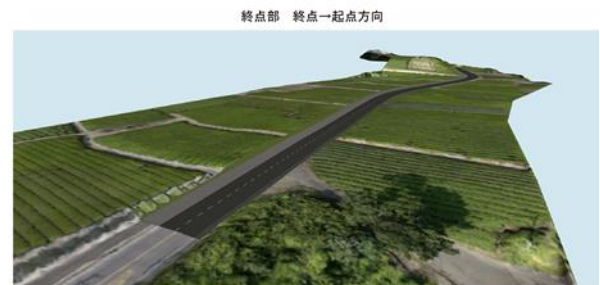


図-5 地元協議資料抜粋