

# 28 その他

## ICT 法枠工 三次元モデルの活用

新潟県土木施工管理技士会  
株式会社興和  
栗原 章

### 1. はじめに

i-Constructionにおける工種拡大は、平成28年のICT土工を皮切りに、令和元年ICT法面工（吹付工）、令和2年ICT法面工（法枠工）が対象工種となった。

法面工は、人工的に作った切土斜面と自然斜面とに分類される。特に凹凸の激しい自然斜面での施工は、現況にあわせて斜面を平滑に整形し工事を進めていくことから、施工中に地形が改変され、当初計画と異なる場合もある。従って、斜面整形後に3Dモデルを作成し、施工を行うことの有効性は非常に高い。

#### 工事概要

本工事は国土強靱化を目的とした法面工事であり、土砂崩壊の発生した崩落面に対して法枠工と鉄筋挿入工で補強し、斜面の安定化を図るものである。

発注者は北陸地方整備局新潟国道事務所、工事場所は新潟県東蒲原郡阿賀町に位置する。



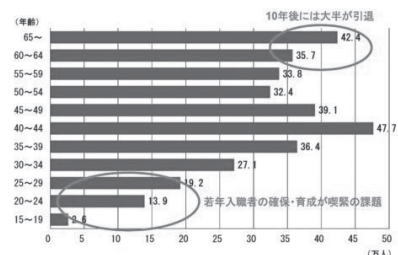
図-1 現場概況

### 2. 法面工事の現状と問題点

自然斜面における法面工事では、斜面の凹凸や勾配、樹木の存在など現場条件が多様なため、設計図どおりに施工を行うことが難しいといった特徴がある。また、斜面上に不安定な岩塊等が分布する場合、施工中に斜面を切り崩して作業の安全を図りながら進めていくことが多いため、出来高数量も施工が終わる段階にならないと確定することができない。機械化が日進月歩で進む一方、法面工は未だ柔軟な対応が可能なハンドメイド型の施工法（人力施工）が主流となっている現状にある。

法面作業は、ロープにぶら下がって行うことから、平坦地で施工する工種に比べて危険リスクが高く、かつ重労働を強いられる。そのため、法面工を希望する若手の新規参入者は年々少なくなっており（図-2参照）、作業員の高齢化・生産性の低下が大きな問題となっている。マンパワーが不足する今こそ、生産性を向上させる施策が求められている。

高齢者の大量離職の見通し(中長期的な担い手確保の必要性) 国土交通省



出所: 総務省「労働力調査」を元に国土交通省で算出 12

図-2 建設業における年齢別割合

### 3. 三次元地形モデル図の活用術

三次元地形データを基に作成したモデル図は、視覚的に現実空間を体感できることから、様々な場面での活用効果が期待される。当現場では、以下の項目について活用した。

- ① 完成イメージの共有
- ② 設計図書の三次元照査
- ③ MR技術を使った法枠の配置

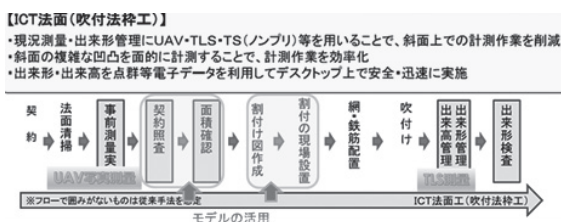


図-3 法枠フローとモデル活用

#### 3-1 完成イメージの共有

完成イメージの共有は、国土地理院地図やグーグルマップ等の三次元地形データに法枠モデルを張り付けることにより、施工後の全体像や周辺環境との調和性が確認できるため、イメージが想像しやすいといった効果がある(図-4)。

これまで平面図や横断等の2Dデータを使って共通の理解を得ることが難しかった地域住民との説明会では、完成イメージを提示することで合意形成を図りやすくなるという報告も上がっている。

また、概算数量の算出に関してもCAD上で自動化されており、数量算出の省力化が図られるだけでなく、凹凸斜面に構造物が配置されるため、実際施工する際の数量との誤差が小さくなるということが分かっている。

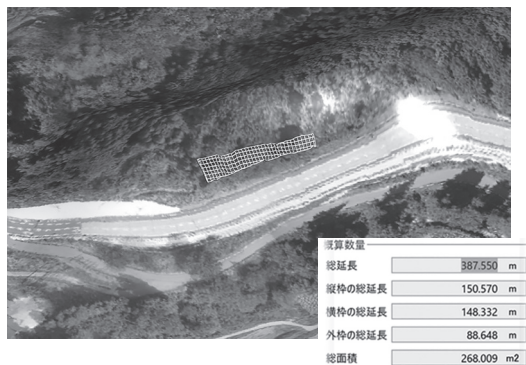


図-4 完成イメージと概算数量

このように完成イメージの共有は、合意形成の面においても、予算管理の面においても今までになかったメリットがある。

#### 3-2 設計図書の三次元照査

当現場の当初計画は、法枠工300+鉄筋挿入工D19-3000である。法枠の交点に鉄筋挿入工を打設するため、法枠配置により数量の増減が変動し、事業費に影響を及ぼすことが懸念されていた。

そこで、二次元の図面をもとに現地踏査を実施したところ、斜面の表層部が浸食・小崩壊により設計時より風化が進行し斜面形状も大きく変化していた。そのため、三次元地形データ、法枠モデル、現況写真を提示し、施工エリアの再検討を行った。設計者も含めて協議を行い、計画の変更を行った。

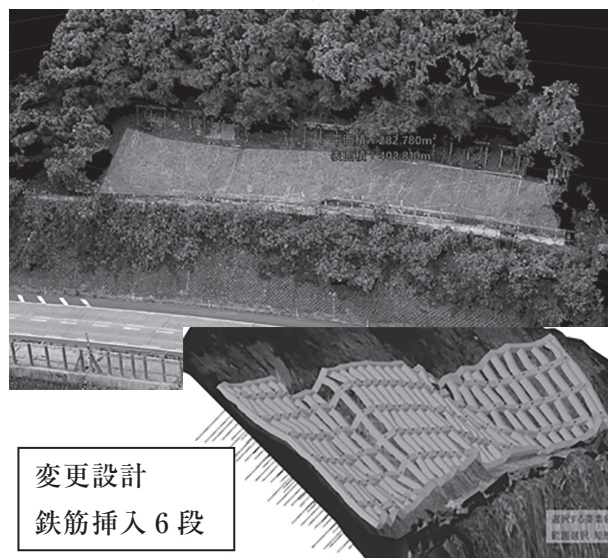
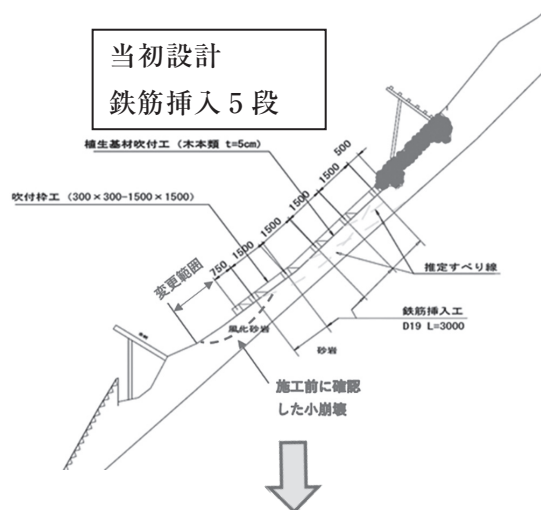


図-5 設計図書の照査

調査・設計が完了してから施工が開始されるまで、数年の期間が空くことによって斜面の形状が変化することはよくあることだが、草や雑木で斜面が隠れている場合も多いので、施工前照査として三次元計測により斜面の形状を確認しておくことは、手戻り作業の防止につながるなど非常に有効性が高いと考える。また、コロナ禍において、現地確認を的確に行うために3次元データでリモート協議を行うことは、省力化・時間短縮につながり効果的である。

### 3-3 MR技術を使った法枠の配置

従来は、現場代理人と作業員が法面にぶら下がってフレーム材を組み立てる法線をPPロープによって方向だし(図-6)を行っていた。切土斜面のような平滑な面では計画どおりに配置することは容易であるが、凹凸のある形状や曲線状の斜面では、格子の形状を極力計画通りに広く施工したいため、擦り付け部に三角形や台形状に変形する箇所が存在する。いわゆる調整梁(図-7)といわれるものである。



図-6 PPロープによる芯だし作業

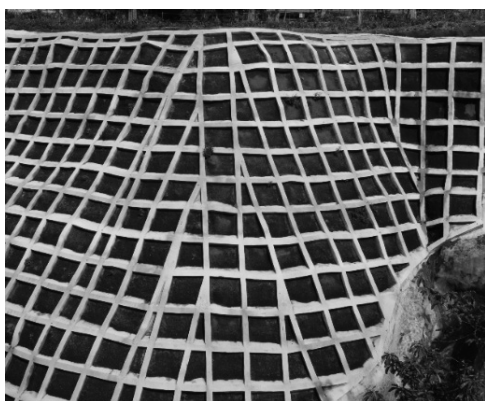


図-7 湾曲する斜面での調整梁

割付け作業は、出来ばえを向上する目的で、何度も視認位置を変えて確認作業を行ってきた。全体像をとらえるため、最近ではドローンによる撮影も行われているが、現場でPPロープを張りなおす手戻り作業は、どの現場においても発生している。

今回、こうした手戻り作業をなくす目的で、MR技術の活用を現場で行った。モデルを透視する機材は、TrimbleのSiteVisionを使用した。

#### 【MR技術の活用】

MRとは「Mixed Reality」の略で、複合現実と呼ばれるものである。VR空間と現実空間を融合するという概念であり、「仮想現実と現実空間を密接に混ざり合わせる技術」のことを言う。

MR技術を導入したきっかけとして、

- ① 効率のかつ簡易に法枠配置を実施する
- ② 事前に配置を検討することで現場での手戻り作業をなくす
- ③ 経験の浅い若手技術者でも熟練作業員に対して明確な指示を出せるのか検証する(技術の継承促進)

などがあげられる。



図-8 MR技術活用による芯出し作業

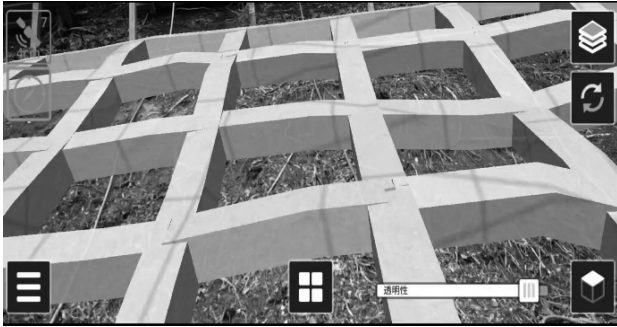


図-9 法枠モデル画像

法枠画像は、衛星の電波状況が良好な場合、高い精度で現地に投影することができる（図-8）。従って、画像を見ながら作業員にPPロープの設置位置を指示できることから、経験の少ない技術者でも対応できる結果となった。しかし、移動するたびに法枠モデルが不規則に動くため、移動中に指示を出すことはできず、必ず止まって画像が安定した状態になってからPPロープを設置する必要がある。

#### 【MR技術の課題】

MR技術の課題として、位置情報を取得する衛星の数が少ないと作成した法枠モデルが数m単位でずれてしまうといった問題が発生する。

要因として、施工空間が180度しか開けていない（斜面で180度遮られる）ことがあげられる。施工空間が360度広がっている平坦地では、このような問題は発生しにくく、如何に多くの衛星から位置情報（X,Y,Z）を正確に取得し補正するかが重要になってくる。今後は、このような周辺環



図-10 GNSS捕捉数が少ない時のモデルのずれ

境においても精度を高くする固定局の設置が必要と考えられる。

#### 「三次元モデルの活用効果」

- ① 法枠モデルを活用することでイメージの共有が図られやすく合意形成につながる
- ② モデルを作成した段階で概算数量を把握することが可能となり、予算編成がしやすくなる
- ③ 設計図書の照査において、差異が生じた場合、共通の理解が得られやすい
- ④ 経験の浅い技術者でも法枠モデルを現場に再現できるため、技術者不足の解消につながる
- ⑤ GNSS（Global Navigation Satellite System：人工衛星（測位衛星）を利用した全世界測位システム）の電波が強い時間帯を事前に確認しておくことで、精度の高いcm級の測位が可能である。

#### 4. おわりに

ICT活用の最大の目的は、「生産性の向上」、「省人化」である。法面工において、3Dモデルの活用は、これまで成し得なかったフロントローディングの実現が可能となったことで、事業の進め方も大きく変わってくる。

施工側においては、工期の短縮、安全性の向上、若手技術者の育成等の費用対効果が期待でき、発注側においては予算管理、住民説明、事業全体の計画実効性が向上する。

ただし、法面工におけるICT化の施行拡大は、計測機が高価で購入まで至らないこと、BIM/CIMに精通した技術者を配置しなければいけないこと、外注した場合高額な請求が発生することなどを理由に進んでいない傾向にある。従って、今後はICT施工実績をコリンス等で記載し、実施メリットをクローズアップしていく動きが必要と考える。