

# 33 i-Construction 等

## 法面工事における ICT 技術を活用した現場管理

長野県土木施工管理技士会

北陽建設株式会社

課長補佐

西澤 成範<sup>○</sup>

小林 信敬

### 1. はじめに

本工事の施工箇所である、葛葉地区の急斜面は、平成7年の梅雨前線豪雨災害時に崩壊し、約14万m<sup>3</sup>の土砂を生産し、下流に位置する平岩地区に被害を与える一因になった。そこで、今後も降雨や融雪による崩壊にて、繰り返し大量の土砂を流出する恐れがあることから、斜面对策を主とした、山腹工事により、姫川への土砂流出を防ぎ下流域の保全を図ることを目的としている。

葛葉下流地域は地形や地質により、ブロック毎に対策工が検討されており、本施工箇所は県道下斜面の非常に緩んだ珪質頁岩の強風化帯～弱風化帯が分布する長大斜面であり、落石対策を主とした対策工が計画され実施となった。(図-1)

#### 工事概要

- (1) 工事名：葛葉下流山腹工その15工事
- (2) 発注者：国土交通省北陸地方整備局  
松本砂防事務所
- (3) 工事場所：新潟県 糸魚川市 大所地先
- (4) 工期：2019年3月20日～  
2019年12月4日
- (5) 主な工事内容  
ロープ伏工                    A = 1,745m<sup>2</sup>  
密着型安定ネット伏工    A = 485m<sup>2</sup>  
吹付工（吹付厚 5 cm）    A = 2,553m<sup>2</sup>

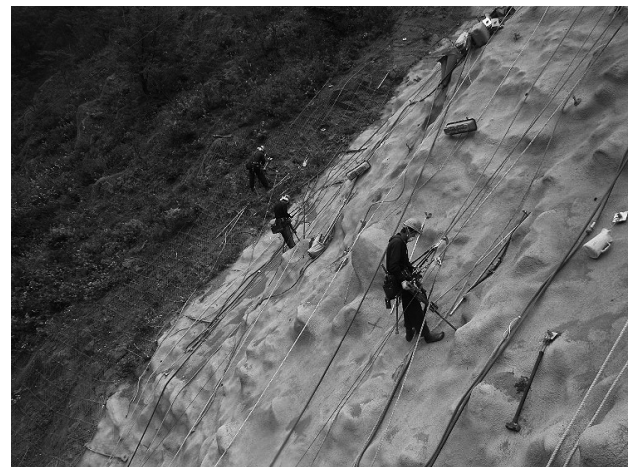


図-1 作業業況（密着型安定ネット工）

本工事は、急峻な長大斜面での法面施工となるため、法面からの墜落転落災害の発生は重大災害に直結する。

そこで、斜面上の出来形計測作業において、ICT技術活用として3次元測量による法面工の出来形計測の実施により、従来の測量方法との安全性や生産性および測定値精度について比較検証を行うことにした。

また、施工箇所斜面下部には姫川管理用道路があり、法面作業に伴い下方への落石が発生するおそれがあった。そこで、3次元測量データを活用して落石対策方法の検討を行った。

### 2. 現場における問題点

- ① 従来計測とICT技術を活用した計測の比較  
当現場は、急傾斜かつ長大法面で傾斜の凹凸も激しく、従来の巻尺測定では、測定箇所に人を配

置して広範囲に斜面上を移動しなければならない。

そのため、出来形測定中の墜落転落災害のリスクも高いことに加え、測定値の誤記入の可能性等もあり出来形管理面における課題も改善したいと考えていた。

## ② 落石対策

施工箇所下部には姫川管理用道路があるため、施工中の小規模崩落や落石発生時には、管理用道路への落石飛散や落石事故に繋がる危険性がある。

そこで、落石の挙動を踏まえた適切な規格の落石対策の検討および実施が必要と考えられた。

## 3. 工夫・改善点と適用結果

### ① 従来計測とICT技術を活用した計測の比較

法面工における出来形管理面における問題点を解消するために、ICT技術活用として3次元モデルを活用した出来形管理を行うこととした。法面上の出来形計測作業では、ロープ高所作業が不要であるUAV写真測量および地上レーザースキャナ測量により、3次元測量データを取得した。

上記の取り組みと合わせて、従来からの巻尺測定による出来形計測作業を並行して行い、測定された出来形計測値や安全性、生産性に関して従来方法との比較検証を行った。

#### イ) 出来形計測



図-2 法面上での巻尺測量

(従来計測)

従来計測の巻尺測定では、起伏の多い斜面では、斜面形状に巻尺を沿わせるために、中間に複数の人を配置して測定する必要があった。(図-2)

ただし、起伏の大きい斜面では、巻尺が地山から浮いてしまう箇所もあり、実際の延長より短く測定されているのではないかと考えられた。

(ICT活用)

現地での3次元測量では、最初にGNSS測量にて基準点の点検とUAV搭載カメラ等の精度確認を行った。そして、地上レーザースキャナ測量とUAV写真測量を併用して行い、斜面起伏に伴う各測量方法でのデータ欠損部を補完した。出来形計測のために取得したデータを用いて、点群処理ソフトにより3次元モデルを作成した。(図-3、4)



図-3 GNSSによる基準点の点検



図-4 地上レーザースキャナ測量

ロ) 出来形算出

(従来計測)

測定した数値からヘロン算出により、面積の計算と出来形図を作成した。正確な値を求めるためには、数値の誤記や誤入力が無い確認する時間も要する。また、作図作業に時間を要する場合もあり、日常の業務では大きな負担となる。(図-5)

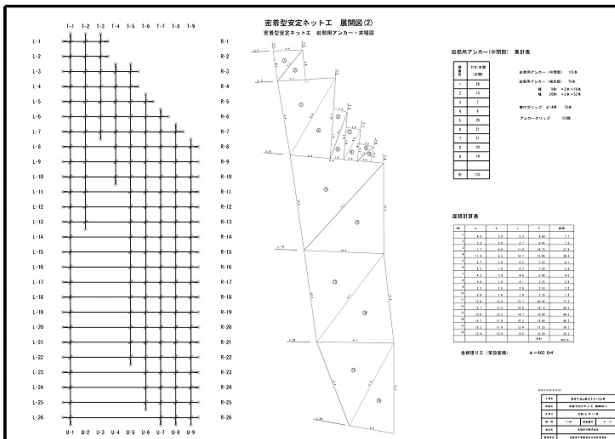


図-5 CAD図による数量算出表

(ICT活用)

地上レーザースキャナ測量とUAV写真測量より計測したデータを点群処理ソフトで解析し、3次元モデルを作成する。工種毎の設計施工範囲を元にして、その範囲の表面積や斜面長を算出することが出来る。(図-6)

点群データの解析自体は時間を要するが、作業時間外でも、パソコンにて解析ソフトによる処理を進めておくことが可能なため、作業的な負担は大幅に軽減された。

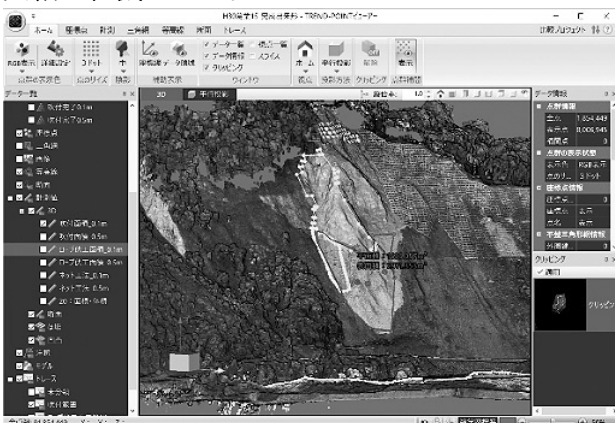


図-6 3次元モデルでの数量算出適用結果

(適用結果)

各条件の測定方法より求められた出来形結果は表-1の計測値(面積)のようになった。従来計測で算出した計算値と、3次元計測より算出した計算値を比較してみると、3工種ともに3次元計測により算出した計算値が大きい値となった。

また、3次元計測では、点群密度100×100で計測した場合と、点群密度500×500で計測した場合を比較すると、500×500で算出した結果の方が従来計測の計算値に近い傾向にある。要因としては、点群密度の粗密による斜面起伏の再現性が考えられ、斜面起伏の再現性が低い点群密度500×500の方が従来測定に近いのではないかと考えられる。以上の結果から、従来計測と3次元計測との差異について、今後も検証が必要と考えられる。

そして、生産性を比較するため、作業時間当たりに計測した面積により作業効率比較を行った。工種により差異はあるものの、計測面積として一番小さい密着型安定ネット工でも、従来計測方法より、3次元計測の方が3倍近い作業効率の改善が確認された。

安全性に関しては、3次元計測では法面上のロープ高所作業が不要となることから、墜落転落災害のリスクが解消された。

表-1 比較表

		計測値 (面積)	計測値比 (3次元計測/ 従来計測)	作業従事 人員 (人)	計測時間 (h)	延べ時間 (H) (作業人員× 計測時間)	時間あたり 計測面積 (計測面積/ 延べ時間)	作業効率 比較 (3次元計測/ 従来計測)	
安定 密着 ネット 工	従来 計測	巻尺+ヘロン	460	1.00	4.0	4.0	16.0	28.8	1.00
	3次元 計測	500 × 500 点 群 密 度	470	1.02	2.0	3.0	6.0	78.3	2.7
		100 × 100 点 群 密 度	490	1.07	2.0	3.0	6.0	81.7	2.8
ロー プ 伏 工	従来 計測	巻尺+ヘロン	1750	1.00	5.0	8.0	40.0	43.8	1.00
	3次元 計測	500 × 500 点 群 密 度	1970	1.13	2.0	4.0	8.0	246.3	5.6
		100 × 100 点 群 密 度	2100	1.20	2.0	4.0	8.0	262.5	6.0
吹 付 工	従来 計測	巻尺+ヘロン	2550	1.00	6.0	8.0	48.0	53.1	1.00
	3次元 計測	500 × 500 点 群 密 度	2780	1.09	2.0	4.0	8.0	347.5	6.5
		100 × 100 点 群 密 度	2970	1.16	2.0	4.0	8.0	371.3	7.0

## ②落石対策

落石対策の検討では、落下経路や落石エネルギーの挙動を把握することが重要である。そこで、3次元測量データを用いて検討断面を作成し、落石シミュレーションを行った。(図-7)

算出結果から、斜面下部に落石飛散防護として柵高H=5.0mの仮設防護柵を設置した。(図-8)

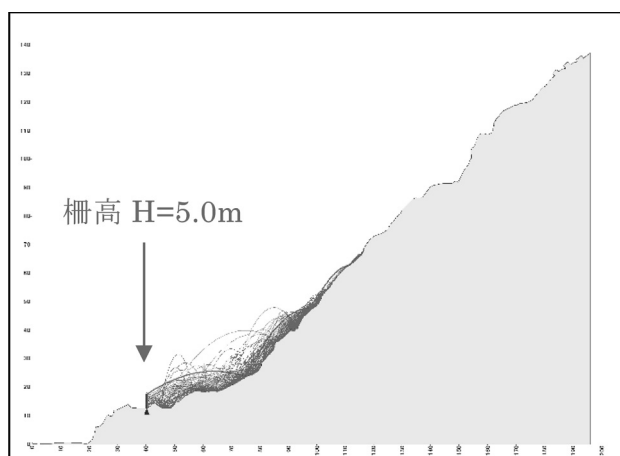


図-7 落石シミュレーション



図-8 仮設落石防護柵

### (適用結果)

吹付工の施工に先立って行った法面整形作業時には、小さい岩塊の落下も発生したが、工事期間を通して仮設防護柵を越えて管理用道路に落石が飛散することはなかった。

任意断面で行った落石シミュレーションの結果を反映した仮設防護柵は、現地での落石飛散の予防が確認されたことから、検討方法の妥当性と対策の有効性が実証された。

## 4. 終わりに

今回、法面工事での出来形計測では、巻尺を使用した従来測定と、ICT技術を活用した3次元測定について比較検証したが、安全性の向上と共に、生産性の向上も確認された。一方で、測定方法により測定結果に差異があり、活用する上での課題も残った。

現在、建設業の担い手は、入職者低減や高齢化により減少傾向にある。担い手確保のためにも、生産性や安全性向上に繋がるi-constructionを積極的に活用し、普及していくことが重要であると考えられる。しかし、小規模工事や砂防工事におけるICT活用は、地形条件や気象条件により費用対効果が低く活用が難しいとされているが、起工測量時の3次元モデルを活用した現況把握だけでも、仮設計画の充実や施工方法の改善につながり、ICT建機を活用できない現場においても十分効果が期待できると考えられる。今後もICTを活用した現場管理の経験を生かして、建設業界の発展に携わっていきたいと考えている。

最後となりますが、本工事の施工にあたり、ご指導いただいた北陸地方整備局松本砂防事務所の皆様をはじめ、工事関係者、地元の皆様方からの御協力の元に無事故での工事完成に、深く感謝申し上げます。

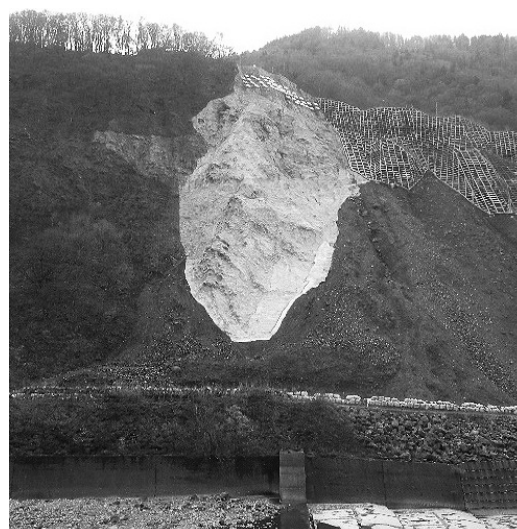


図-9 現場全景 (完成時)