

点群データと3次元モデルの応用で i-Construction

新潟県土木施工管理技士会
猪又建設株式会社
川 上 康 弘

1. はじめに

工事概要

- (1) 工 事 名：山本観測所災害復旧工事
- (2) 発 注 者：北陸地方整備局高田河川国道事務所
- (3) 工事場所：新潟県糸魚川市大野地内
- (4) 工 期：平成27年10月14日～
平成28年3月30日

本工事は一級河川姫川 R7.2K 付近に位置する岩盤崩落により被災した山本観測所の災害復旧工事である。

現状は、非常に不規則で凸凹の岩盤法面が露出している。崩落した10mを超える岩塊も存在する。施工する躯体の規模は L=28m, H 9 m, W 1 m～3 m のもたれ式擁壁。この躯体で岩盤法面を抑える。今回のような特に地形突起がある工事では、施工管理を進めるにあたり構造物の完成形をイメージするのが先決と考えた。そこで「点群データと3次元モデルの利用」に着目した計画検討お

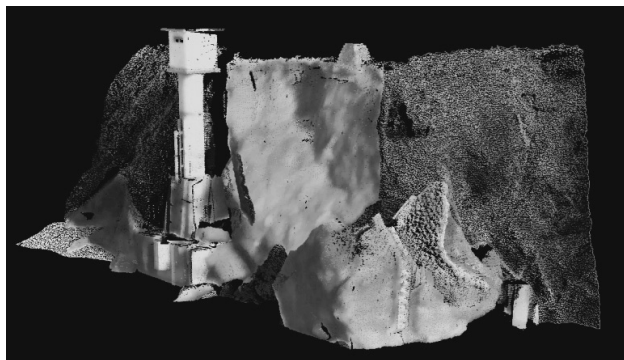


図-1 3次元レーザースキャナーの点群データ

よび施工管理を立案した。

2. 現場における課題・問題点

本業務を進める中で現況地盤に3Dで属性を持った完成形をモデリングする事が重要な課題となった。3D属性データを基に、具体的に構造物や観測計器の配置計画を考案する。このCIMモデルが持つデータで数量計算、さらに足場等の仮設計画やコンクリートの打設、養生計画等、施工計画全般も進めたい。

これらを実現するために以下の重要項目をあげ、問題解決する必要があると考えた（表-1）。

表-1 問題点

問 題 点	
①	岩盤が急角度で崩落、露出、下は水面という現場。測量者が直接観測困難な条件下で安全に測量出来るか懸念された。測量方法の考案が求められる。
②	2D図では完成イメージがつかめず、提案で合意形成が可能か懸念された。 3D図作成が要求される。

3. 工夫・改善点と適用結果

3-1 技術的提案

上述した課題点に対して、起工測量・モデリング・施工計画段階に検証を行い合意形成に反映するための提案を行った（表-2）。

現況を立体表現する測量では3次元レーザースキャナーを導入。得られたデータは点群処理システムで加工（図-1）。

完成形の擁壁はCIMモデルを作成。3DCADに点群データを入力することに成功。二つのデー

表-2 技術的提案と課題解決内容

問題点解決にいたる方向性	具体的な技術提案
①現地測量方法の提案 3D観測を立案し不規則地盤を正確に測量。安全性も確保。	A. 3Dレーザースキャナの導入。 (測定箇所は無人数観測) B. 10cmコンタ作成による地形の表現化。 C. 任意測点での横断図作成。 (従来工法との比較も実施)
i-Construction	
②構造物の表現方法 点群データと3Dモデルの合成。 ICT構造物工。	A. 数案の3Dモデルを作成。比較提案。 B. 3Dモデルを利用した合意形成 C. 3Dモデルを利用した施工計画。 D. 点群データを応用した数量算出。

タを合成した。

3-2 技術的成果

提案に基づく測量、3Dモデリングの活用を実施した結果、間接的ではあるが現場の生産性向上に寄与できたと判断される。具体的には i) 緊急を要する災害復旧工事で発注者と早期の合意形成による工程の短縮。ii) 点群データ利用による位置出し等、工事測量の迅速化でスムーズな次工程への移行。iii) 現況地形と3Dモデルの合成により細部寸法が明確となる。効率の劣る現地合わせでの型枠加工作業が減り現場外作業が可能になり効率的となったこと等が挙げられる。以下に問題解決に至る方向性と具体的な技術提案を述べる。

(1) 現地測量方法の提案成果→3Dレーザースキャナーによる点群データ採取。

イ) 従来工法では横断図は線でしか表現できない。3Dレーザースキャナーを使用した結果、現況を実写で捉えた為、立体感が得られ視覚的に優れた(図-2)。

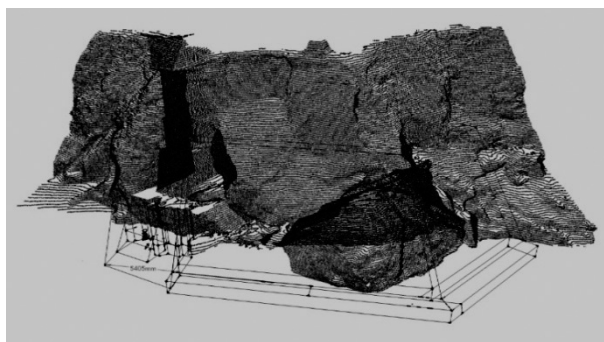


図-2 10センチコンタ作成による地形の立体化

ロ) 従来工法では観測測点の横断図しか得られない。3Dスキャンされた箇所であれば任意の断面が垂直および横断方向共、無限に抽出可能になった。その結果、数量計算書作成等にも応用できた(図-3)。

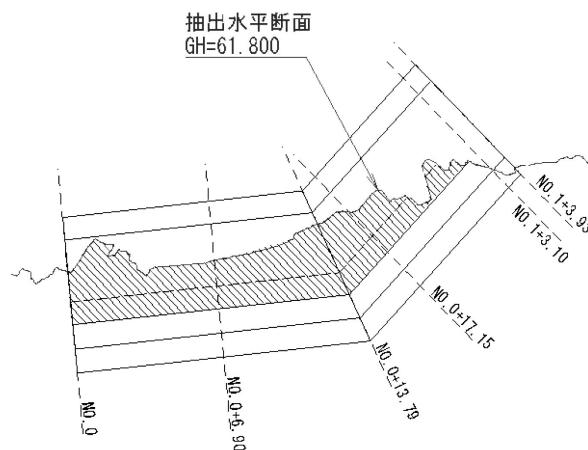


図-3 点群データカットによる任意水平断面抽出

ハ) 従来測量作業工法と比較すると人工で6割、作業時間で5割軽減が可能となった。

従来工法：ノンプリズムによる3次元放射観測。

- ①構造物中心線に対して直角方向の観測が困難。
- ②複数の横断観測には長時間を要してしまう。
- ③躯体の配置計画を行うには膨大な量の観測を行う必要がある。



図-4 従来工法 TSによる3次元放射観測

提案工法：3Dレーザースキャナー測量

- ①施工カ所全体のXYZ情報を持つ3D点群データを取得することが可能(図-5)。
- ②新たな観測点が必要となっても再測の必要がな



図-5 3Dレーザースキャナー測量状況

い。観測も短時間で完了する。今回の実績は2時間。

③任意の箇所での横断図の抽出が可能。精度もTSと同等。

(2) 構造物の表現方法提案の成果→3Dモデルの作成

イ) 関係者以外には理解困難な2D図面内容も、わかりやすく説明できた。

ロ) 3D構造物モデルを作成することで比較検討が容易になった。躯体配置の検討等で連携会議、異業種との打合わせ時間の短縮にも効果的だった(図-6)。

ハ) 3D点群データと3Dモデルの合成で完成形を作成した結果、関係者間で迅速な合意形成に付与したと思える(図-7)。

ニ) 施工計画書に3Dモデルを添付したことで、関係下請負業者との施工方法の検討がスムーズに行う事ができた(図-8)(図-9)。

4. おわりに

4-1 現時点での技術的評価

3Dレーザースキャナーにより得られた点群データを10cmの等高線に変換して現況地盤の立体表現。横断図の抽出や3DCADで作成した構造物モデルとの合成。これらの応用技術は提案や打合せ、施工計画さらには数量計算書にも発展できた。これは生産性向上に繋がり効果的であったと思える。一方、3Dデータで数量を自動算出可

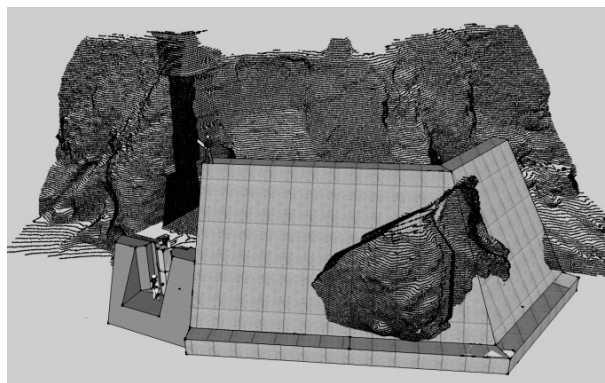


図-6 提案資料 躯体配置検討図

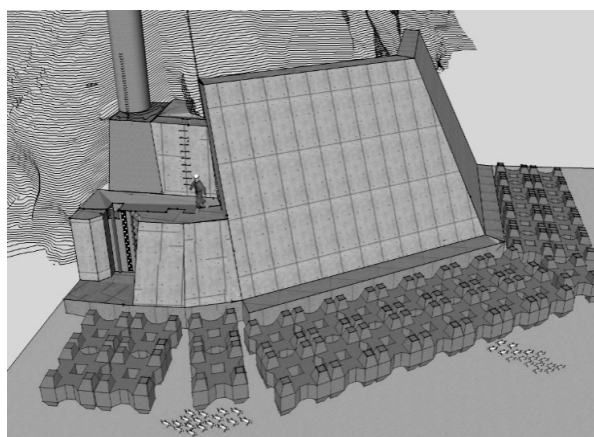


図-7 点群データと3Dモデルの合成

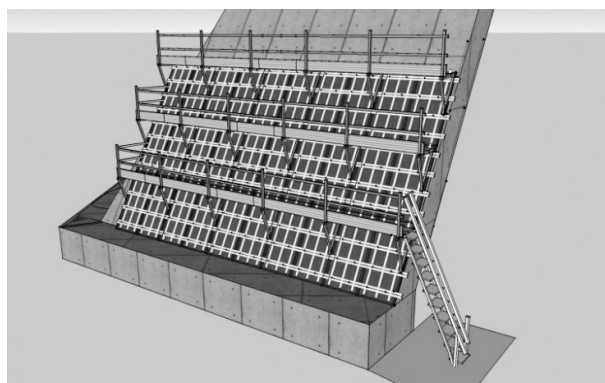


図-8 施工計画 足場設置図

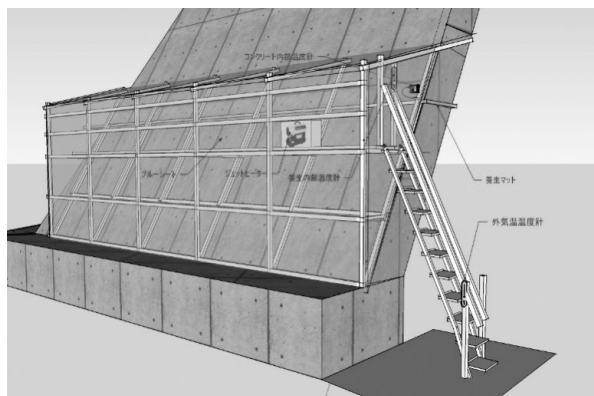


図-9 施工計画 寒中コンクリート養生図

能なデータも存在した。これを根拠付けの目的で2Dデータに変換して数量計算や出来形管理を行ったことは今後の改善点といえる。算出や出来形検測方法の工夫が課題である。

4-2 今後の将来展望

建設現場では施工の各プロセス①設計②資材生産③施工の異業種間でそれぞれの情報を有している。それらを統合した効率的な施工管理も必要と考える。2Dデータに比べ、より多くの情報を有する3Dデータは活用する方法により関係者の情報共有や伝達効率化は特段と広がる事となる。

建設業では多発する自然災害への防災、橋梁や道路等インフラの老朽化対策等工事が見込まれる。我々、建設に関連する労働者は近年減少しており2012年にはピークの7割程度と言われている。建設業では需要に対し一層の生産性向上が求められている。これらを進める上での第1歩が点群データの活用と3Dモデルによる設計・施工管理と考える。

今回の現場をスタートに私が思う将来の建設現場管理の構想を述べたい。

概略設計や路線決定ではweb上で閲覧可能となった点群データを利用する。予備設計や路線測量でもこのデータを活用。さらにGNSSと小型ドローンも併用する。詳細設計や計画は施工業者が担当する。3次元レーザースキャナー機能を備

表-3 将来のi-Construction

実 施 者	業 務 区 分	作 業 内 容	作業場所
発注者および 測量・設計業者	概略設計	webで点群データ入手	机上
	路線決定等	点群データで路線自動解析	現場・机上
	予備設計	TSレーザースキャナー	現場・机上
	路線測量	GNSS・ドローン	現場
施工業者	詳細設計	TSレーザースキャナー	現場
	積算・数量計算	点群データ・3Dモデルより 自動算出	机上
	施工計画	3Dモデル・点群データ活用	現場・机上
	工事測量	ドローン・TSレーザースキャナ	現場
		GNSS	
製品工場	資材製作	3Dプリンター	工場
現場	躯体打設	3Dプリンター吹きツナ	現場
施工業者	土 工	オートバックホウ	現場
	製品据付け・設置	オートクレーン	
発注者および 測量・設計業者	検査	TSレーザースキャナー	現場

えたTSを使い、これから得られた点群データは瞬時に現況実写や必要断面に図化が可能。3D完成モデルを配置すれば数量算出、積算も自動化。施工でもこのデータを共有する。3次元データは建設機械にも入力、無人で作業を行う。躯体や製品は製作工場配備のコンピューターに3Dデータを入力。3Dプリンターで出力する。

現場での据付けも躯体の位置座標情報をクレーンに入力、自動で配置する。

検査は段階確認毎に3Dスキャンを実施。計測機械や紙データは不要となる。夢のような例え話ではあるが、このような情報通信技術や機械化・生産技術が整えば生産性阻害要因が解消され、労働者不足解消や生産性の向上につながる可能性があると考ええる。