

八王子南B P館地区改良工事におけるICT土工への取り組み

高橋 祐未¹

¹関東地方整備局 相武国道事務所 工務課 (〒192-0045 東京都八王子市大和田町4-3-13)

現在、少子高齢化に伴い人口減少がさらに進んでいく中、生産性の向上が求められている。建設業界でも、担い手の確保・育成が急務であり、働き方改革を進めている最中である。国土交通省では生産性を向上させるための施策である「i-Construction」を発表し、課題解決の一つの手段としてICT技術の導入・活用に積極的に取り組んでいる。

本課題では八王子南バイパスの掘削工事でICT活用工事を実施し、その効果について、検証考察を行うものである。

キーワード i-Construction, ICT活用工事, TLS, 八王子南バイパス

1. 八王子南バイパス事業について

「八王子南バイパス」(図-1)は、東京都八王子市北野町～同市南浅川町までの延長9.6kmを整備するバイパス事業である。中央自動車道、国道20号と並列するバイパスを整備することで、八王子市域の交通混雑の緩和、交通安全の確保、また首都圏中央連絡道のアクセス道路として移動時間の短縮を図ることを目的としている。

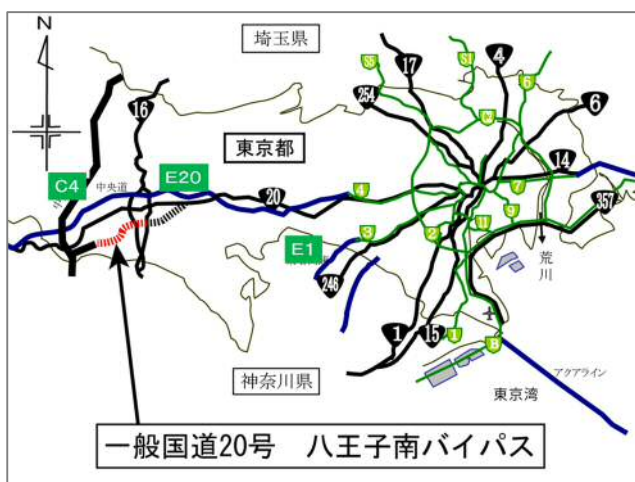


図-1 八王子南バイパス概要

2. 本工事の概要

(1) 工事概要

本工事は、八王子南バイパス事業工区内、八王子市館

町地先において、施工ヤード整備のための土工事を行うものである。

当該工事は施工者希望型として、掘削工33,530m³のうち32,000m³(約95.4%)、法面整形工3,360m²のうち2,990m²(約89.0%)でICTを導入、活用し工事を行った。(図-2)

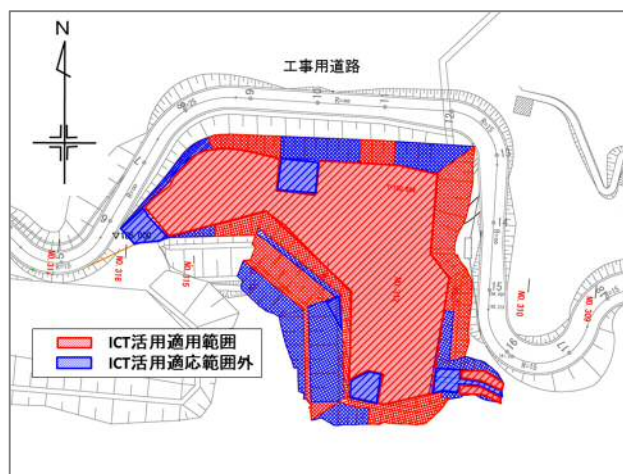


図-2 ICT活用適用範囲

現在ICT活用工事として取り込まれる工事は、単一断面の築堤盛土工事等が事例として多いなかで、他工事からの連続した掘削による法面形成等、複雑な形状の掘削・法面整形を行う事が本工事の特徴である。

(2) ICT活用工事の流れ

ICT活用工事のフローを図-3に示す。また、本工事では、下記a)~f)について、ICT技術活用の詳細を報告するとともに、従来工法等との比較を行う。

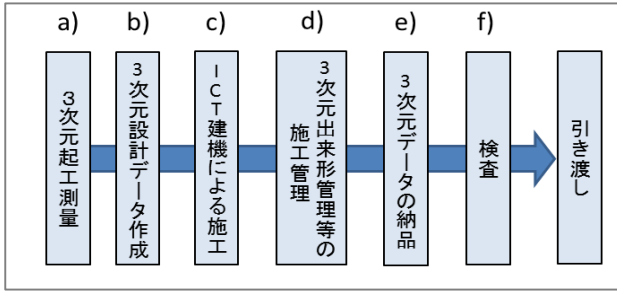


図-3 ICT活用工事のフロー

a) 三次元起工測量

本工事の測量には地上形レーザースキャナー（以下TLSとする）を利用した。測量手法は対象面積、実際の現場条件等に配慮し、選定する。無人航空機（以下UAVとする）での測量はTLSでの測量よりも短時間で可能であるが、飛行許可等UAV利用のための手続期間が必要となり時間がかかってしまうため、申請の不要なTLSを選定した。（写真-1）

測量は「レーザースキャナーを用いた出来形管理要領（土工編）」をはじめとするi-Constructionに関する基準等に基づき行われた。起工測量は現場での測量に3日間、その後のデータ処理に5日間、計8日間の作業であった。（図-4）

TLSによって撮影された写真を、ソフトウェアを用いて点群データ（図-5）へと変換する。



写真-1 地上型レーザースキャナー（TLS）による起工測量

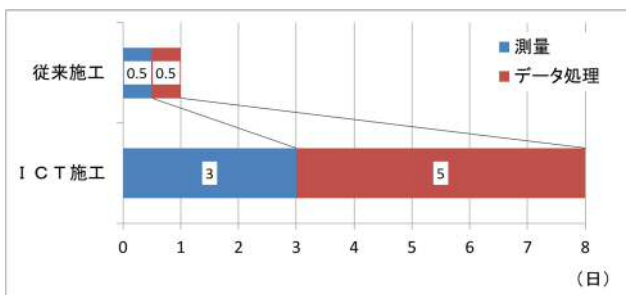


図-4 起工測量に係る日数の比較

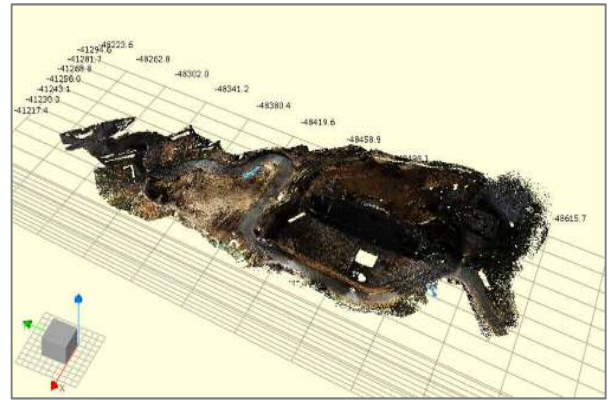


図-5 点群データ

b) 三次元設計データ作成

点群データ、二次元設計図書等を用いて三次元設計データ（TINデータ）の作成を行う。TINデータとは、W,Y,Z座標のある三角形が集合した面データである。

（図-6）

変化点の座標を設計図書から抽出・整理し横断面形状を作成する。この設計データをもとに、ICT建機で施工を行うこととなる。

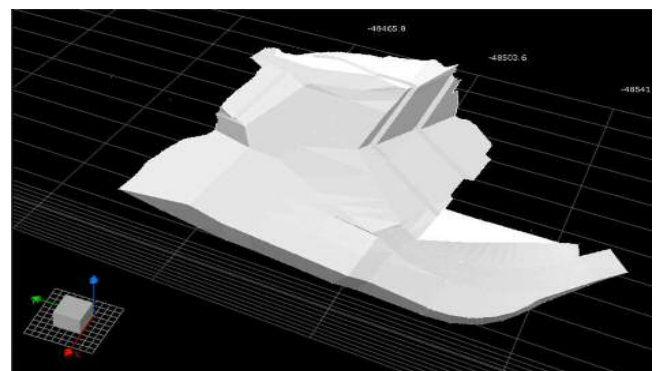


図-6 三次元設計データ

c) ICT建機による施工

ICT建機にはマシンコントロール（MC）を使用した。MCバックホウ（写真-2）は、重機後方に位置情報の計測を行うGPSアンテナが設置されている。また、車内にはモニターが設置されており、施工箇所の設計データと現地盤データとの差分が表示され、バケットの刃先が設計面に達すると重機が自動的に停止する。その為、丁張りの設置が不要となり、施工時の現場作業員の削減が可能である。また、重機との接触事故が無くなり、安全性の向上が期待できる。（図-7）

受注者へのヒアリングの結果、今回工事ではICT建機のリース費用が約二倍かかってしまうということがわかった。（図-8）



写真-2 MCバックホウによる施工

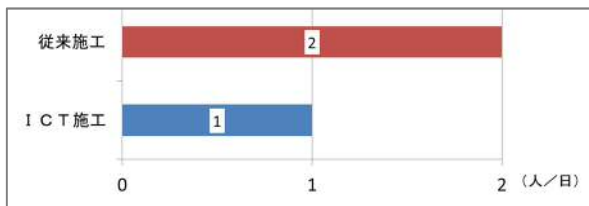


図-7 現場従事者数の比較



図-8 建機のリース費用の比較

d) 3次元出来形管理等施工管理

ICT建機による施工の完了後、TLSによる出来形測量を実施する。

施工完了後の現場をTLSで測量し点群データを作成する。その後、3次元設計データと点群データの座標を比較した出来形管理資料（ヒートマップ：図-9）を作成し、管理を行う。ヒートマップとは、出来形点群データと3次元設計データの差が規格値に対してどの程度収まっているかを視覚的に表現するものである。

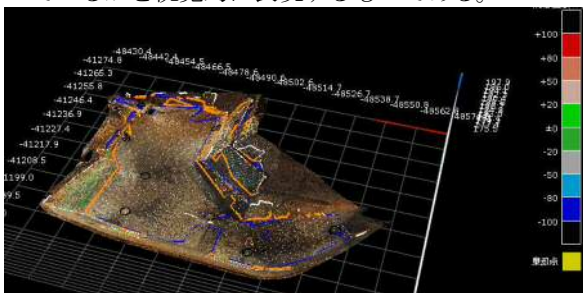


図-9 出来形管理表（ヒートマップ）

従来施工とICT活用の出来形管理基準（表-1）を比較すると、現行の出来形の測定は基準高・法長の差、ICT活用での出来形の測定は平場面と法面のすべての面で設計面との標高・水平較差で行われる。3次元出来形測量では、多くの点で計測をする面管理となるため、より均

一な品質確保が可能となる。

3次元データを利用する出来形管理は、測量に2日、データ処理に3日の計5日間かかった。（図-10）

表-1 出来形管理基準

		測定項目	規格値(平均)	管理	頻度
現行	平場	基準高	±50mm	点	施工延長40mにつき1箇所
	法長(L)	L<5m	-200mm	延長	又は 1施工箇所につき2箇所
		L≥5m	法長-4%		
ICT	平場	設計面との標高差	±50mm	面	1点/m ²
	法面	設計面との水平または標高差	±70mm	面	

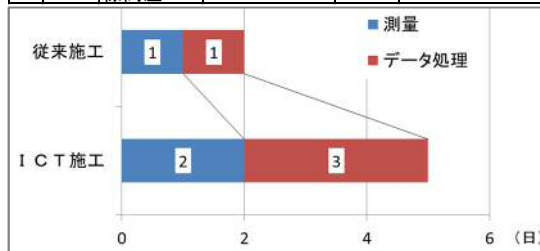


図-10 出来形測量日数の比較

施工前に計測された点群データと、施工後の点群データを用いて数量を算出した。3次元設計データを利用することで、数量算出がシステムで可能となり、ミスの軽減に繋がった。

表-2 数量算出方法

範囲外箇所	理由	
すりつけ部	正確な設計データの作成が出来ない	現況に合わせる必要があるため
ラウンディング部		法肩がR形状のため
排水側溝部	建機での施工が出来ない	設計データが細くなるため

e) 3次元データ納品

「工事完成図書の電子納品等要領」に基づき、出来形管理の際に確認した3次元施工管理データを工事完成図書として納品する。

f) 検査

検査は「地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）」に基づき行われた。検査職員は出来形計測に係わる書類検査・実地検査を行う。実地検査は、計測データの改ざん防止のために行われ、今回は測点のX,Y,Z座標をGPSで計測できるGNSSローバーを使用し、現地の任意の点において座標を測り、設計面と実測値の標高差が規格値の範囲内であるか確認を行った。（写真-3）



写真-3 GNSSローバーを用いた測量

4. 施工者へのヒアリング結果

施工者から、今回工事に関するICT施工の効果について、ヒアリングを行い、効果・問題点の抽出、問題の解決案の検討を行った。

1) ICT施工による効果

- ・起工測量時に丁張り設置が不要なため、現場作業員の削減が可能であった。
- ・掘削時の刃先確認作業を必要としないため、重機事故で最も多い作業員との接触を防ぐことができる。
- ・数量算出について、出来形管理に3次元データを利用することで計算ミスの軽減に繋がった。
- ・発注者の視点では、出来形の管理が点管理から面管理となるため、均一な品質確保が可能となる。

今回工事のような複雑な形状の工事でも、ICT施工による現場の省力化・安全性の向上が期待できる。

2) ICT施工に関する問題点

- ・3次元設計データについて、現在受注者が作成するため、設計データ作成等の従来施工にはない作業が増えている。また、設計データを元に作業を行うため、データが完成するまでICT建機での作業に入ることができない。軽度な形状変更であってもその都度設計データの修正が必要となる。
- ・ICT建機について、従来建機と比較し、リース費用が高い。

3) 本工事特有の問題点

- ・本工事の場合、掘削形状が複雑なため、3次元設計データの作成に特に時間がかかった。
- ・「土木工事施工管理基準」により、ICT出来形管理の適用区域・計測範囲については協議を行い設定する。範囲外となった理由について、主に「ICT建機での施工ができない」箇所、「3次元設計データの作成ができない」箇所に分けられる。

表-3 ICT施工範囲対象外箇所

範囲外箇所	理由	
すりつけ部	正確な設計データの作成が出来ない	現況に合わせる必要があるため
ラウンディング部		法肩がR形状のため
排水側溝部	建機での施工が出来ない	設計データが細くなるため

4) 解決案の検討

ICT活用工事に関する問題点について、解決案を検討する。

- ・3次元設計データ作成を受注者が行うことで、データ作成に係わる作業・時間が必要である。データについて、発注者からの提供を可能にすることができれば、起工測量後、現場着手までの時間が短縮され、測量後すぐに現場作業に入ることが可能となる。
- ・3次元設計データの作成に時間がかかってしまう理由について、データ作成を外注で行っていることが考え

られる。3次元設計データの作成・修正に関する技術が普及し、自社で可能となれば、時間・費用の縮減が可能であると考えられる。

- ・ICT活用のための準備に費用がかかる点も、今後ICT施工の普及に伴い、安価となることを期待する。また、現在でも補助金や税制優遇に関する制度等、費用面での補助制度が行われている。この制度の周知、現状に合わせることで、導入しやすい環境を整えることが大切である。
- ・本工事のような複雑な形状の場合、現場に合わせる箇所など、熟練の作業員でなければ施工が難しい場合もある。今後は、全面的な活用だけでなく、従来施工とICT施工を組み合わせ、経済性、施工性についてより効率の良い活用ができるように、活用方法の検討を行う必要がある。

5. まとめ

本工事のような複雑な断面形状の工事でも、ICT施工の活用によって、建機の施工に関して省力化を達成することがわかった。また、現場作業員の削減により、重機との接触事故をゼロにすることが可能であり、安全性の向上が期待できる。しかし、3次元データの作成など、従来では必要のなかった作業が発生するという問題点も発見された。

今回のヒアリングを通して、ICT活用に関する費用が、従来施工よりもかかるということが明らかとなった。ICT活用はまだ普及はしておらず、その技術を活用可能な人が限られている。今後、施工例が増え技術が建設業界に浸透することで、コスト縮減が期待できる。今後も、ICT活用事例のデータ分析・蓄積と並行し、i-ConstructionのPRなど、周知活動を行うことが大切である。

また、現在のICT活用工事では、3次元設計データの作成による時間的ロスが大きくなっている。解決案として、発注者側からの設計データの提供が挙げられる。そのため、ICT活用を見越して3次元設計データも作成する事が出来れば、ICT活用の効果が大きくなると考えられる。i-Constructionの一環として、3次元データを、計画・工事・維持管理の建設ライフサイクルのすべての段階において活用する取り組みにも注目が集まっている。今後、工事の施工段階のみのICT技術・3次元データの活用でなく、設計段階・施工段階と連続的に3次元データの活用を行っていくことが、建設業界における人材不足の解決策の一つとなることを期待する。

参考文献

- 1) 国土交通省：i-Constructionの取り組みーICT施工技術の全面的活用についてー