

12. 群馬県における ICT 試行工事に関する研究

群馬工業高等専門学校
群馬工業高等専門学校

○ 先村 律雄
六本木晶瑚

1. はじめに

群馬県は、平成 28 年度から ICT を活用した試行工事を開始した。(図-1 参照) 今回、この工事データを利用できる機会があった。そこで、ICT によって生産性向上があると考えられる、準備工、起工測量および施工データ作成の 3 つの業務に着目して、従来法と ICT 工法の比較をおこなう。

群馬県の冬季は、赤城おろしと呼ばれる季節風があるため、UAV¹⁾は生産性に何らかの影響を及ぼすと予想した。今回の工事は UAV 計測を利用しており、準備工、起工測量および施工データ作成に関して、作業時間および技術者の職種がどのように変わったのか、従来工法と比較をおこない考察する。そして、今後の進め方についても述べる。



図-2 工事場所 (Google Map より)



図-1 ICT 工事開始のお知らせ (群馬県 HP)

2.2 施工箇所

ICT 施工の工区は図-3 の“1 工区”、従来方法は“2 工区”と“F 工区”である。ICT 施工は、路線方向約 140m、図-4 は標準断面で施工区間の横断幅は約 28~70m である。従来施工は、両工区を合わせて路線長、約 140m である。

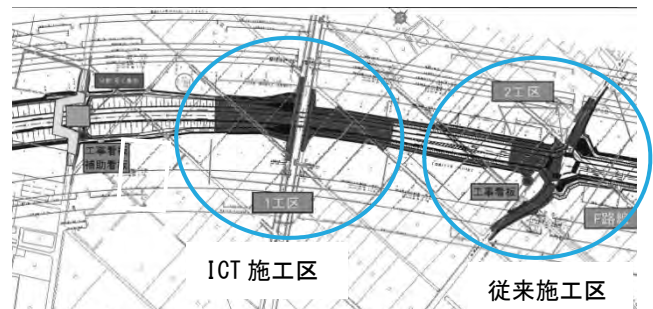


図-3 施工エリア

2. 試行工事概要

2.1 概要

工事名: 補助公共社会資本総合整備(活力・重点) 分割 5 号 軟弱地盤対策盛土工事及び取付町道築造工事

発注者: 群馬県館林土木事務所長

路線名: 国道 354 号 板倉北川辺バイパス

工期: 平成 28 年 11 月 17 日 - 平成 29 年 3 月 31 日

盛土工: ICT 工区: 5164.2m³ 従来工区: 891.9 m³

工事場所: 図-2 参照

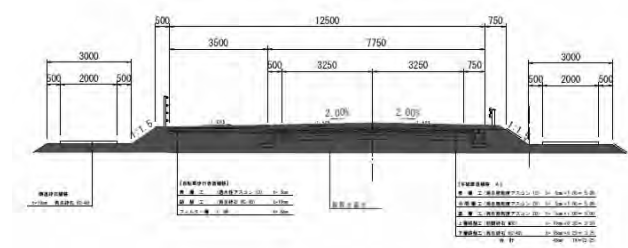


図-4 標準断面図

3. 従来工法と ICT 工法の比較

図-3 に示す通り、異なる工区・規模で比較するため、同一条件とはならない。よって、数値の大小による比較はおこなわない。

3.1 作業時間

生産性向上の効果は、作業時間を用いる。作業時間は同時間でも、その現場で登場する技術者の職種によって、単価は変わる。表-1 に平成 29 年度の設計業務委託等技術者単価を示す。

表-1 平成 29 年度技術者単価表(設計業務)

技術者の職種	基準日額(円)
主任技術者	64,300
理事、技師長	60,400
主任技師	51,200
技師(A)	45,500
技師(B)	37,200
技師(C)	30,000
技術員	25,400

技術員の基準単価を 1.0 とした場合、主任技術者は同時間で 2.53 の生産性があると考え、これを職種ごとに換算時間した係数を表-2 に示す。

表-2 技術員を 1.0 とした職種換算時間係数

技術者の職種	職種換算時間係数
主任技術者	2.53
理事、技師長	2.38
主任技師	2.02
技師(A)	1.79
技師(B)	1.46
技師(C)	1.18
技術員	1.00
測量主任技師	1.63
測量技師	1.31
測量技師補	1.06
測量助手	1.06
測量補助員	0.86

図-3 の ICT 施工と従来施工で登場する技術者の、実作業時間と職種換算時間、およびその比率から比較をおこなう。

3.2 作業時間の計算

今回比較する、準備工、起工測量および施工データ作成の 3 つに対して、各工程で登場した技術者および作業内容が何かを調査する。次に、その技術者が各作業内容にどれだけの作業時間を要したかを調査する。調査は施工業者が記入した作業

日報から求めた。

ある工程で技術者が要した総作業時間は式(1)、(2)で与えられる。

$$P_i = \sum_{j=1}^m WorkTime_j \quad \text{----- (1)}$$

$$PC_i = C_i \sum_{j=1}^m WorkTime_j \quad \text{----- (2)}$$

ここで、

P_i : ($i = 1 \sim n$)

技術者がその業務に要した総作業時間(h)

n : その業務で登場した技術者の数

PC_i : P_i を職種換算した作業時間(h)

C_i : 技術者の職種換算時間係数

$WorkTime_j$: ($j = 1 \sim m$)

技術者がその作業に要した作業時間(h)

m : その工程で発生した作業の数

とする。

式(1)、(2)から、その業務の総作業時間は式(3)、(4)で与えられる。

$$T = \sum_{i=1}^n P_i \quad \text{----- (3)}$$

$$TC = \sum_{i=1}^n PC_i \quad \text{----- (4)}$$

ここで、

T : その業務の総作業時間(h)

TC : その業務の職種換算時間した総作業時間(h)

とする。

式(1)~(4)を用いて作業時間を計算する。

3.2 準備工比較項目

従来工法はトータルステーションとレベル、UAV 工法は UAV と GNSS を使用している。表-3 に比較する作業項目を示す。

表-3 準備工比較表

	従来工法	ICT 工法
作業項目	1 新点設置:7 点 2 水準設置:4 点	1 標定点設置:12 点 2 UAV 飛行計画作成 3 飛行申請 4 施工基準点作成
技術者	1 測量主任技師 2 測量技師 3 測量技師補 4 測量助手	1 測量主任技師 2 測量技師 7 技師(B) 8 技術員

3.3 起工測量比較

表-4 に起工測量の比較項目を示す。

表-4 起工測量比較表

	従来工法	ICT 工法
作業項目	1 中心線形計算 2 縦断測量 3 横断測量 4 成果作成	1 UAV 飛行作業 2 データ取り込み 3 写真測量解析 4 ポイントクラウド 5 3D モデリング 6 成果作成
技術者	1 測量主任技師 2 測量技師 3 測量技師補 4 測量助手	1 測量主任技師 2 測量技師 3 技師(B) 4 技術員

3.4 データ作成比較

表-5 に施工データ作成の比較項目を示す。

表-5 施工データ作成比較表

	従来工法	ICT 工法
作業項目	1 丁張設置	1 TIN データ作成 2 ローカライズ 3 モデルチェック
技術者	1 測量技師 3 測量技師補 4 測量助手	5 主任技師 6 技師(A) 2 測量技師

4. 作業時間計算

4.1 各作業項目の作業時間

結果を表-6 に示す。表の“従 1”、“技 1”は準備工であれば、“新点設置:7 点”、“測量技師”を意味する。

表-6 各作業項目の作業時間

業務：準備工(h)

	従 1	従 2	ICT1	ICT2	ICT3	ICT4
技 1	8.0	4.0	8.0		8.0	
技 2	8.0	4.0	8.0	8.0		8.0
技 3	8.0	4.0				
技 4	8.0	4.0				
技 7			8.0		8.0	8.0
技 8			8.0	8.0		8.0

業務：起工測量(従来工法:h)

	従 1	従 2	従 3	従 4
技 1	8.0	4.0	4.0	16.0
技 2	8.0	4.0	4.0	16.0
技 3	8.0	4.0	4.0	16.0
技 4	8.0	4.0	4.0	8.0

業務：起工測量(ICT 工法)(h)

	ICT1	ICT2	ICT3	ICT4	ICT5	ICT6
技 1	24.0				8.0	16.0
技 2	24.0	4.0	8.0	16.0	24.0	
技 3	24.0	4.0	16.0	8.0		16.0
技 4	24.0					8.0

業務：施工データ作成(h)

	従 1	ICT1	ICT2	ICT3
技 1	16.0			
技 2		8.0	8.0	16.0
技 3	16.0			
技 4	16.0			
技 5		8.0	16.0	8.0
技 6		16.0	8.0	8.0

4.2 技術者が各業務に要した作業時間

式(1)、(2)を用いて、技術者が各業務に要した時間を計算する。結果を表-7 に示す。

表-7 技術者が各業務に要した作業時間

業務：準備工(h)

	従来	ICT	従来(換)	ICT(換)
技 1	12.0	16.0	19.6	26.1
技 2	12.0	24.0	15.7	31.4
技 3	12.0		15.7	
技 4	12.0		12.7	
技 7		24.0		35.0
技 8		24.0		16.0

業務：起工測量

	従来	ICT	従来(換)	ICT(換)
技 1	32.0	48.0	52.2	78.2
技 2	32.0	76.0	41.9	99.6
技 3	32.0	68.0	33.9	72.1
技 4	24.0	32.0	25.4	33.9

業務：施工データ作成(h)

	従来	ICT	従来(換)	ICT(換)
技 1	16.0		26.1	
技 2		32.0		41.9
技 3	16.0		17.0	
技 4	16.0		17.0	
技 5		32.0		27.5
技 6		32.0		57.3

表の(換)は、表-2 に示す職種換算時間係数を用いて時間を計算したものである。

4.3 各業務に要した総作業時間

式(3)、(4)を用いて、各業務に要した総作業時間を計算する。結果を表-8 に示す。

表-8 技術者が各業務に要した総作業時間

業務	従来	ICT	従来(換)	ICT(換)
準備工	48	80	61	109
起工測量	120	224	153	284
施工データ作成	48	96	60	127
総計	216	400	274	519

4.4 強風による影響

表-6 の起工測量 (ICT) で” ICT1” : UAV 飛行作業は、半日程度の作業の見込みが、強風により3日間の作業時間となったため、作業時間を要した。予定の飛行ができれば、96h が 24h の可能性があった。

5. まとめ

5.1 準備工に関する比較

表-9 の数値は、表-8 の総作業時間を職種換算時間で除したもので、単価の高い技術者が増えるとこの値は大きくなる。ICT 工法の準備工は、この数値が最も大きかった。これは、写真測量と解析およびマシンコントロール(MC)までの知識・経験を持った技師(B)が、基準点の選点および 3D 解析をおこなう必要があったためと考えられる。ICT 工法は、これらを扱える能力を持った技術者が望まれることがわかる。

表-9 総職種換算時間/総時間による比較

業務	従(換)/従	ICT(換)/ICT
準備工	1.27	1.36
起工測量	1.28	1.27
施工データ作成	1.25	1.32

5.2 起工測量に関する比較

UAV は、気象条件の制約を受けやすい。ICT 工法は、強風により3日間 UAV の飛行ができなかった。群馬の冬は、強風ありきでの飛行計画が必要である。気象条件を満たせば、半日で現況データを取得できることは魅力的であるが、地域・時期によって UAV 計測は最適ではないことがわかった。

5.3 施工データ作成に関する比較

従来工法は、現場での丁張設置作業が中心である。ICT 工法は、3D 設計データの作成、3D 施工データ変換等、机上作業が中心である。ICT 工法は、主任技師、技師(A)レベルの技術者が登場しているため、一般現場事務所レベルで、3D データを扱う技術者はまだ少ないと考えられる。施工データは、設計変更・施工プロセスに従い何回も作成

するため、3D データを扱える能力を持った技術者が望まれることがわかる。

5.4 ICT 工法による成果物

図-5 は、今回の ICT 工法で得られた現況・設計モデルである。従来工法の成果と異なり、3D デジタルデータは施工中および維持管理のための再利用が容易であるため、生産性向上に不可欠である。

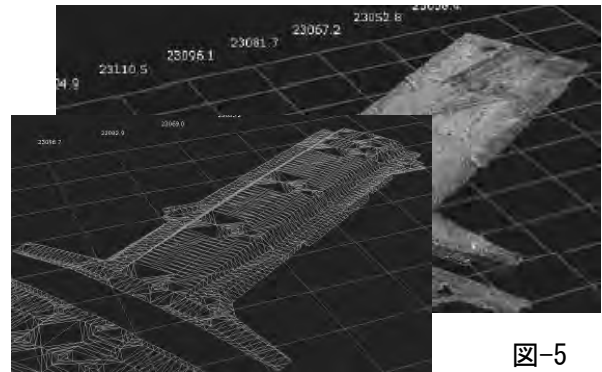


図-5 ICT 工法成果物例(現況・設計モデル)

6. 今後の課題

6.1 UAV とレーザースキャナー

群馬県の冬季は、レーザースキャナーによる計測も考慮する必要がある。UAV とレーザースキャナーを状況に応じて選択、あるいは混在して計測および 3D 解析をおこなうことができる技術者の存在が必要である。

6.2 3D データの扱いと作業分担

ICT 施工は、丁張設置作業を 3D データが担うが、3D データの扱いは、難しく面倒である。更に、3D データを編集するには複数のソフトウェアに精通する必要があり、敷居は高い。現場事務所は施工だけに集中し、3D データ作成は専門家に任せる分散型がよいのか、現場事務所で 3D データ作成も含めた完結型が最適なのか、更に研究する。

6.3 3D データに着目した調査・研究

群馬県は、今年度も引き続き ICT 試行工事をおこなう予定である。ICT 工法で必須の 3D 計測・3D データ作成のプロセス向上に着目して研究する。

謝辞

群馬県県土整備部建設企画課より、本試行現場のデータ・情報等の提供を頂いた。ここに記して、感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 国土交通省：空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理要領(土工編)(案), pp35,2016, 24-32