

静岡県におけるi-Construction前夜の取組

～この工事がきっかけで静岡の動きは加速した～

長谷川雄一¹

¹静岡県交通基盤部河川砂防局 河川海岸整備課（〒420-8601 静岡県静岡市葵区追手町9番6号）

静岡県では、国土交通省が推進する「i-Construction」の取組を受けて、「今やらなければ手遅れになる」との危機感から、平成28年6月より、生産性の向上と希望が持てる建設現場の実現によって担い手の確保を目指すこととし、「ICT活用工事」の取組に着手した。

本稿では、静岡県が「ICT活用工事」に積極的に取り組むきっかけとなった、二級河川巴川水系麻機遊水地（静岡市葵区）の試験施工で得たICT技術の特徴や効果について報告する。

キーワード：土工，ICT，UAV，試験施工

1. はじめに

インフラの老朽化、あるいは、活発化する自然災害等への対応など、地域を守るためには、建設業の力が非常に重要であり、そこで働く技術者を育成・確保していかなければならない。

一方で、少子高齢化社会を迎え、今後明らかに建設技能労働者が不足することが見込まれており、建設現場の生産性向上は避けることのできない課題である。

国土交通省では、平成28年度を「生産性革命元年」と位置付け、建設プロセスにおいて、抜本的に生産性を向上する「i-Construction」に取り組み始めたところである。これを受け、静岡県では推進体制として「交通基盤部建設現場における生産性向上推進会議」を設置し、平成28年6月に「ICT活用工事の推進に関する試行方針」を定め、ICT土工の建設現場への円滑な導入を図るとともに、「情報化施工推進ワーキンググループ」を設置し、制度の見直しを繰り返しながら、順応的に進めていくこととしている。

今回は、本県が「ICT活用工事」に積極的に取り組むきっかけとなった、巴川総合治水対策特定河川事業における試験施工について報告する。

2. 巴川総合治水事業の概要

巴川は、静岡市の竜爪山文珠岳に源を発し、大きな

曲線を描きながら緩やかに市街地をとり、清水港に注ぐ全長約L=18kmの二級河川である。

平均河床勾配 $I = 1/2, 500$ 程度の緩勾配で平坦な平野部を流れるため、洪水が流れにくく、昭和49年7月に七夕豪雨による甚大な被害を受けた。

これを契機に静岡県は昭和54年から「巴川総合治水対策事業」に着手し、河道改修、遊水地、放水路の治水施設を整備するなど、流域を含めた総合的な治水対策を推進し、大きな効果を発揮している。

遊水地は巴川中流域の麻機地区と大内地区の2箇所に計画し、国道1号静岡バイパス千代田上土インター周辺に位置する麻機地区には、全体計画約200haのうち、第1、第3、第4工区の整備は完了しており、残る第2工区は、平成21年度より事業着手し、水田であった農地を取得し、掘削に着手し始めたところである。面積は93ha、掘削予定土量は約50万m³を見込んでいる。



図-1_巴川総合治水対策事業の概要

3. 実験による検証について

今回、試験施工に選んだ工事は、広大な水田であった表土を長さ、幅とも約50m、深さ0.5mで機械掘削し、1,100m³の土砂を搬出する土工事で、土質は粘性土のため、試験施工に最適な条件であった。

- ・ 工事名称：平成26年度二級河川巴川総合治水対策特定河川事業（防災・安全交付金）工事（加藤島エリア掘削運搬工）
- ・ 工 期：平成27年9月19日～平成28年2月26日
- ・ 契 約 額：19,851,000円
- ・ 受 注 者：平井工業株式会社



図-2_工事前の現場状況



図-3_工事後の現場状況

第2工区全域に及ぶ将来の大規模土工を考慮して、「ICTを全面的に活用した土工」の有用性を確認するとともに、現場での「測量」、「計画」、「施工」、「検査」からなる建設プロセスのうち、感覚的把握が容易でかつ直接的な「測量」「施工」に主眼を置き、以下の課題について検証した。

(1) UAV測量による測量作業について

ICT（Information and Communication Technology「情報通信技術」）を取り入れた測量を実施するものであり、最終的に3次元データを作成するための点群データを取得する。ICTを活用した測量の中でもドローン（UAV「Unmanned Aerial Vehicle_無人航空機」）を利用する測量が近年のトレンドである。

検証の内容は、このUAV測量における事前準備から実際に飛行するまでに掛かる労力はどの程度か、測量手法ごとに、所要時間等効率面についてまとめ、また測量完了までに要する施工者側の費用負担を算

出した。

a) 測量手法による工数、費用についての検証結果

表-1_UAV測量、通常の横断測量の工数、費用の比較

	MCバックホウ		ノーマルバックホウ	
労務	MCバックホウ	1機	ノーマルバックホウ	1機
	オペレーター	1人	オペレーター	1人
			補助（普通）作業員	1人
			丁張管理技術者	1人
コスト （1日あたり）	MCバックホウ	80,000円	ノーマルバックホウ	30,000円
	燃料	12,000円	燃料	12,000円
	オペレーター	20,000円	オペレーター	20,000円
			普通作業員（1人）	19,000円
			丁張技術者（1人）	25,000円
			丁張資材	5,000円
	合計	112,000円/日	合計	111,000円/日

現場の測量調査範囲を約6,000m²に設定して実施した。

上表のように、作業時間については、通常の横断測量の所要時間2日に対し、UAV測量の所要時間は半日と約1/4で収まった。費用について、通常の横断測量では15万円程度かかるのに対し、UAV測量は1フライト60万円程度と、約4倍の差が生じた。

よって、当現場におけるB/C（時間/費用とした場合は、UAV測量の方が劣ってしまった。ドローンはデータ処理量の基準から定額で飛行することから、費用便益分岐点は概ね4haが見込まれ、それ以上の調査範囲では、通常の横断測量よりUAV測量の方が優位であると思われる。

b) ICTを取り入れた測量を採用する上での留意点

ここまでは、対象のものと比較できる項目であったが、「現場ならではの苦労」があったため、机上だけでは把握し難い問題点を以下に示す。

・測量準備での問題点

ドローンによる測量は、A=6000m²の測量が約5分の飛行と非常に短時間で済んだが、飛行までに要する準備時間が「座標設置」、「機械点検」、「現地確認」と、多くのプロセスがあることが分かり、その準備だけでも概ね半日掛かり、すぐに測量作業が出来なかった。また、ドローンによる測量は、位置情報であるGCP（Ground Control Point「標識」）を検知しながら写真を撮影していくため、この設置が必要である。当現場ではこれを15個設置するのに、約半日掛かった。



図-4_測量時の写真（左：GCP設置、中：GCP、右：使用したUAV）

・飛行機体の問題点

今回使用したUAV（ドローン）は重量が2kg程度、

4つのプロペラのものであった。飛行測量をしている最中は、写真のラップ率90%以上（今回は試験的に80%程度）のため、膨大な写真撮影枚数となる。今回の飛行は面積約6000㎡で5分程度と短時間で済んだが、バッテリーの都合上、一回の飛行限界時間は約20分程度と短かった。

・飛行計画の問題点

当時のフライトは、高压線などの支障物は確認していたが、付近ヘリポートへの事前連絡、空港の制限平面なども侵さないことを確認するのに苦労した。また時折風速が約5mを観測すること、工事対象範囲の南端には、国道一号静清B Pがあることから、突風に煽られ、一般車両等と接触する事を避けるため、可能な限り安全な飛行経路を取るよう計画した。



図-5_UAV飛行経路の計画

・気象条件による問題点

測量当時、ドローンの墜落による事故が各地で多かったこともあり、周辺への十分な安全配慮が必要であった。機体の重量は軽いものでも1～2kgと、30m上空から墜落した際の衝撃は大きく、人に当たれば死亡事故を招く可能性もある。また測量機器同様に、雨天に強くないので、測量（飛行）不能な際は日程を再調整する必要であり、飛行を伴う作業であることから、測量作業上の安全管理は、一般的な測量以上に留意が必要である。

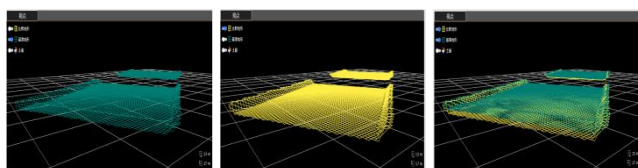


図-6_UAV測量にて取得した3次元データ（左より現況、完成、重ね）

上記検証結果および現場で発生した問題点より、UAV測量を現場で採用することでの有用性、課題について以下に示す。

表-2_UAV測量における有用性、課題の比較

有用性（メリット）	課題（デメリット）
・測量時間の短縮が可能である ・測量にかかる労力が省略できる ・高い精度が期待できる（人為ミス防止） ・データを加工なしで取得（改ざん防止）	・雨や風など気象の影響が大きい ・GCP設標に手間が掛かる ・墜落リスク（安全面配慮） ・改正航空法による飛行制限（土地柄） ・点在する工事箇所には不向き

今回は運良く飛行測量が出来たというような、「運任

せの飛行測量」にならぬよう、現地の形状・環境に合わせた飛行計画を綿密に立て、不測な事態にも対応できる体制を立てなければならないと感じた。

(2) ICT建機使用による、掘削作業について

従来掘削作業では、土工事をする際に「土工丁張の設置」、「建機による掘削」、「掘削作業の補助員設置」が一般的であったが、今回はICTを取り入れ、「MCBH（マシンコントロールバックホウ）による掘削」をすることで、労力がどの程度縮減できるかを検証した。

また、通常建機と熟練運転手、ICT建機と経験の浅い運転手を、並行して掘削作業をすることにより、オペレーター（運転手）自体の負担軽減がICTの活用によりどの程度図れるかを、費用だけでなく感覚で掴めるよう検証した。

a) 作業手法による工数、費用についての検証結果

今回は、施工数量が2,000㎡程度の施工であったが、作業日数については、通常バックホウに対し、MCBHが2倍程度（熟練オペでは約3倍の差）優位であった。費用面では、1日あたり11万円前後と、法長1m程度の掘削作業であるがほぼ同様の結果になった。これらを比較すると、「同金額で施工速度が2～3倍優位」となり、結果的に費用の縮減には、期待できるものと判明した。

表-3_MCバックホウとノーマルバックホウの工数・費用の比較

	MCバックホウ	ノーマルバックホウ
労務	MCバックホウ 1機 オペレーター 1人	ノーマルバックホウ 1機 オペレーター 1人 補助（普通）作業員 1人 丁張管理技術者 1人
コスト（1日）	MCバックホウ 80,000円 燃料 12,000円 オペレーター 20,000円	ノーマルバックホウ 30,000円 燃料 12,000円 オペレーター 20,000円 普通作業員（1人） 19,000円 丁張技術者（1人） 25,000円 丁張資材 5,000円
	合計 112,000円/日	合計 111,000円/日

b) ICTを取り入れた施工を採用時の問題点

・乗り手（運転手）の問題点

ICT建機による作業性の向上を確認するために、若年女性オペレーターで作業をした。若年女性は、日常からスマートフォンを使用しているためか訓練上達も早かった。それに対し熟練層のオペレーターは、パソコン等操作に対し「デジタルアレルギー」があり、日常的に操縦する重機がハイテクであることは不要で、自分の技量で済ませたいと考える人もいた。



図-7_写真（左：ICT建機による掘削作業、右：操縦する女性オペレーター）

・高性能の問題点

使用したMCBHについて、「MC機能が時に邪魔である」場合が生じた。通常の作業は、MC機能を使用したままで良いが、完成データとして登録されていない「釜場の設置」、「簡易的な法面整形」など、少し深く掘りたい時や、法面をバケットで押さえないなどの際は、自動的に制御が効いてしまうため、不便であった。MC機能は、オン・オフの切替も可能ではあるが、その度にキャリブレーションを掛ける必要があるため、切替作業を頻繁に行くと時間が無駄に掛かり、精度が下がることも懸念材料であった。

・施工中の問題点

測量をした点群データは、人や草木などを「ノイズ」として認識し、3次元データ作成時に処理の対象となる。しかし、表面では判別し難い、現地盤と完成高さの途中で潜む岩などは、空中測量では拾うことが不可能である。この状況で作業をしていくと、純粋な掘削土量、転石除去等の「工種別の数量」算出はどうしても出来ず、手作業に頼る部分も少なからずあることが分かった。

・安全面の問題点

MCの建機を使用することにより、幅広い土工事において、作業効率が向上することは確かであるが、安全管理面では、今までのそれとは違ったものが生じる。これまでは、掘削機械の手元として作業補助員ありきの作業であったため、「作業員が近くにいるはず」という高い安全意識を持ってオペレーターが作業していた。

これがICT建機を使用した掘削作業では、丁張もなく作業員もいないという状況のため、不意にオペレーターが認識していない人が作業エリアに入った際の対処が遅れる可能性が高いことが分かった。このように、高性能の機械を操縦することで、日常的に安全エリア内で作業しているという認識でいる運転手としては、従来の重機より安全に対する意識が低下する恐れもある。

上記検証結果および現場で発生した問題点より、ICT建機を使用した、掘削作業を現場で採用することでの有用性、課題について以下に示す。

表-4_MCBバックホウ使用時における有用性、課題の比較

有用性（メリット）	課題（デメリット）
・オペレーターの技量によらない精度 ・丁張設置作業、補助労力が不要 ・安全性の向上 ・高精度の出来形が可能	・3次元データがないと作動しない ・リース料が高い ・人を検知する安全対策が重要 ・すべての土工が可能ではない

性能的には申し分なく洗練されているICT建機であるが、現場の運転手の観点で言えば、熟練技能者のデジタル機器における作業の向上や、現場ならではの作業間の細かい施工など、「現場における使いやすさ」を取り入れることが、本当の意味で作業性の向上につながると感じた。

4. 現場見学会の実施

今回の試験施工を、静岡県下の建設業従事者、ICT活用工事を検討されている関係者の方々、県の幹部職員を対象に、資料だけでは不明瞭な部分を「目で見て確認して欲しい」という意を込め、現場見学会という形で開催した。

見学会には約150人が参加し、参加者の多くがICTの活用の可能性を見出したことで、結果的に、静岡県のICT活用工事の導入に弾みがつく見学会となった。



図-8_平成28年1月の現場見学会の状況

5. 最後に

公共事業予算が減少している状況下で、建設現場で働いている技能労働者340万人の約1／3にあたる約110万人が、今後10年間で、高齢化により離職する可能性があり、現在と同程度の生産性では建設現場は成り立たなくなることが予想される。

しかし、冒頭で述べたように、建設産業は「必要不可欠」である以上、労働力が減る予測に対し、ICTを活用するような、今までなかった考えを取り入れることが必要になってくると感じた。

また、そのためには「建設産業が魅力的で有望な業界」であることも合わせてアピールし、労働力の減少を抑制、労働力（担い手）を確保することも同時に必要である。

ICTと建設業の融合した取り組みは、「一から生み出す」のではなく、「既存のものに相性の良い要素を加える」ことであり、「古いものを守りつつ、新しい視点で考えていく」という観点で非常に良いものであると感じた。このように検証した際のメリットを活かしつつ、洗い出した課題を解決し、官民一体となって「新しい取り組みを試行錯誤し、現場でカタチにする事」が重要だと考える。