

論文・報告

IoT, テレワークを活用した現場作業の省力化

～建設現場の時間外労働の縮減に向けた新技術導入～

Labor Saving in Construction Site Using IoT and Telework

藤野 大地 *1
FUJINO Daichi

寺口 智 *2
TERAGUCHI Satoshi

野崎 充史 *3
NOZAKI Mitsufumi

三原 千明 *4
MIHARA Chiaki

半谷 尚士 *5
HANYA Naoto

坂原 寛 *6
SAKAHARA Hiroshi

建設現場は作業工程の繁忙時期や不測の出来事への対応に限られた人数で行うため、作業負担の過重が発生しやすい環境であった。さらに働き方改革関連法案で設けられた労働時間の上限規制により、建設業においても2024年4月以降の時間外労働時間が年間720時間に制限されることから、建設現場において一つ一つの工程を見直し、時短化や省力化してゆくことが喫緊の課題である。これに対し、国土交通省は、建設生産システム全体の生産性向上を図り、魅力ある建設現場づくりを目指すために、i-Constructionを掲げてICTの全面的な活用を推進している。これらの動向を鑑み、工事推進室と開発室では、ICTの利活用によって現場作業を店社が遠隔支援する「建設現場のテレワーク支援」を共通目標とし、現場の省力化に向けて取り組みを進めている。

キーワード：IoT, テレワーク, 出来形計測, 写真管理, 省力化

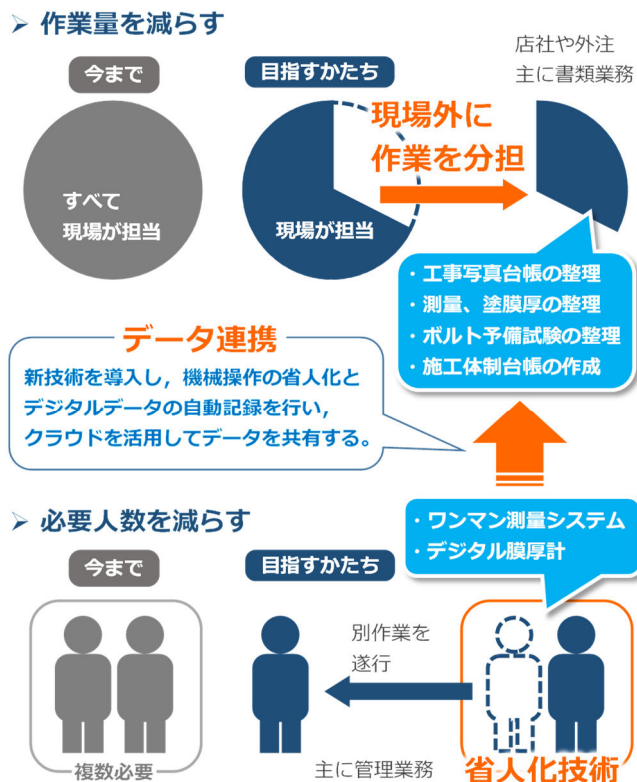
1. はじめに

働き方改革関連法案で設けられた労働時間の上限規制により、建設業に於いても2024年4月以降の時間外労働時間が年間720時間に制限されることから、建設現場においても一つ一つの工程を見直し、時短化や省力化してゆくことが喫緊の課題である。これに対し、国土交通省は、建設生産システム全体の生産性向上を図り、魅力ある建設現場づくりを目指すために、i-Constructionを掲げてICTの全面的な活用を推進している。

これらの動向を鑑み、工事推進室と開発室では、ICTの利活用によって現場作業を店社が遠隔支援する「建設現場のテレワーク支援」を共通目標とし、現場の省力化に向けて取り組みを進めている（図1）。

2020年度は、四国地整発注の洗地川橋（下り）と中国地整発注の海田高架橋を対象とし、桁の出来形計測・塗膜厚測定・写真管理の大きく3つの作業において、IoTやテレワークを活用した現場作業の省力化技術を導入し試行した。

本稿では、その省力化技術と導入効果について、報告する。



*1 川田工業㈱橋梁事業部橋梁企画部開発室
*2 川田工業㈱橋梁事業部工事部大阪工事部大阪工事課 工事長
*3 川田工業㈱橋梁事業部工事部大阪工事部大阪工事課 工事長

*4 川田工業㈱橋梁事業部技術部大阪技術部四国技術課
*5 川田工業㈱橋梁事業部技術部大阪技術部四国技術課
*6 川田工業㈱橋梁事業部工事部工事推進室 室長

2. クラウドを活用した店社テレワーク支援

建設現場は作業工程の繁忙時期や不測の出来事への対応に限られた人数で行うため、作業負担の過重が発生しやすい環境であった。近年、ICTの高速化・安定化・セキュリティの充実を背景に、テレワークを活用した時間単位や日単位での作業支援が可能となっている。現場職員の労働時間を現場対応の段取りや品質管理業務といった「現場でしかできない仕事」に集中させ、工程余裕の創出や施工品質の向上を目的に、データ整理や書類作成業務を店社テレワーカー（バックオフィス）に分散させる仕組みを導入した。さらに、クラウドストレージを活用し、現場と店社の間でのスムーズなデータ共有を可能とした（図2）。

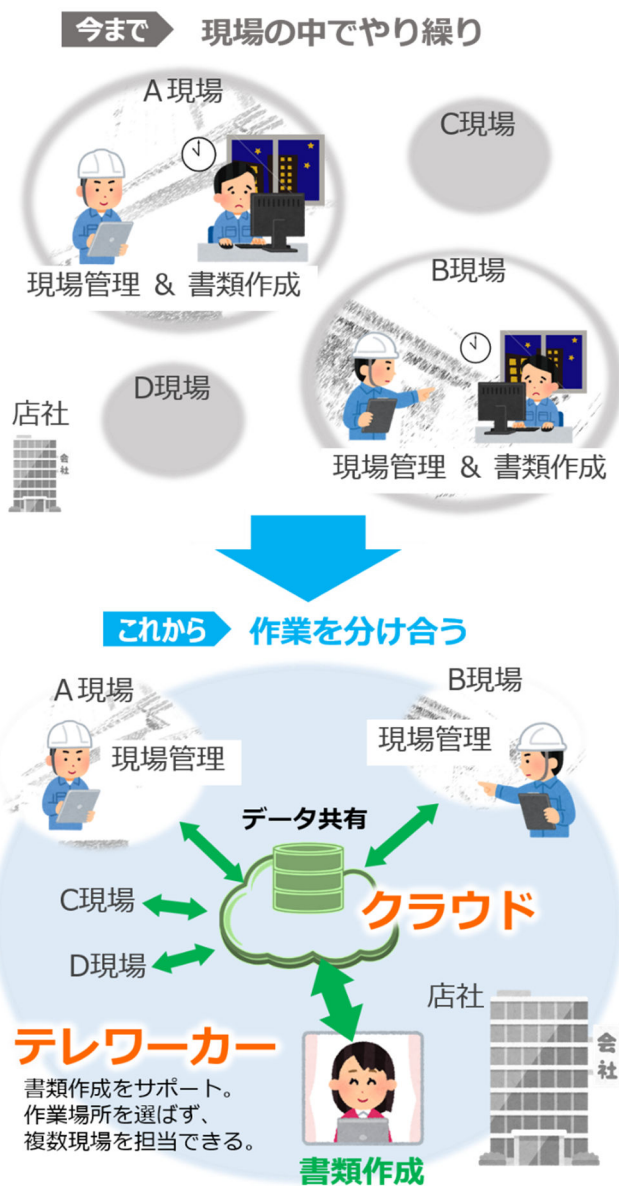


図2 テレワーク支援体制のイメージ

3. 新技術の概要

(1) ワンマン測量

架設工事における標高の出来形を管理する際、従来方法としてレベル測量器による標高測量を行っている。この方法では、レベル測量器を扱う計測者と計測点にスタッフを据える計測補助者の2名での作業となる。また、野帳に記入した計測結果を事務所に戻ってから帳票に転記する作業が発生するため、大きな負担となっている。

一方、新技術では、リモートコントロールシステムを用いることでトータルステーションが計測用ポールに設置したプリズムを自動視準するシステムであり、1名での測量が可能となる（図3）。

計測値は設計値や設計値との差とともにタブレット上に表示され、その場で計測結果の判断が行える。

精度の面でも、50m離れた計測点の標高誤差が1mm程度であり、従来のレベル測量器を用いたものと同程度以上の高い精度が得られる。



(a) 従来との比較



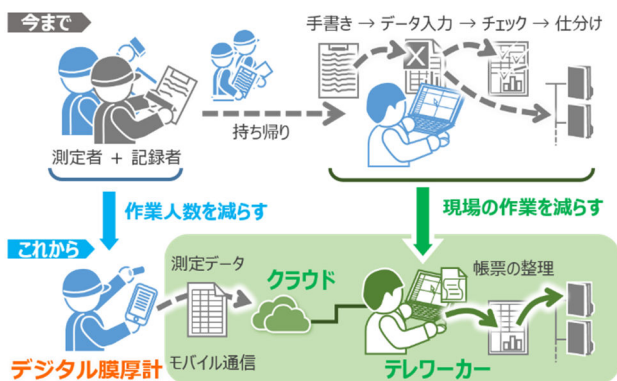
(b) 測量用タブレット画面

図3 ワンマン測量システムの概要

(2) 膜厚測定

従来、膜厚測定は、膜厚を測定する測定者と計測結果を記録する計測補助者の2名での作業である。また記録者が野帳に記録した測定結果を事務所に戻ってから転記し、帳票を作成する必要があった。

対して、新技術である膜厚測定システムを用いる場合、スマートフォンと連動したデジタル膜厚計が、測定データをクラウドに保存するため、1名での塗膜厚測定が可能になる。また、測点名と紐づけたQRコードを事前に作成しておくことで、現場ではQRコードを読み込むだけで、測点名が自動登録される。図4に概要を示す。



(a) 従来との比較



(b) QRコードによる測点登録

図4 膜厚測定システムの概要

(3) 写真管理

工事写真は、電子納品を行うために、撮影した写真に必要な情報を付加して整理する必要があるが、1現場における写真データは数百~数千枚のデータとなり、その整理を行うことに、多くの時間を必要としている。

これまで、工事写真を撮影する際には工種や写真タイトルを黒板に手書きし、その情報をもとに写真整理を行っていた。電子黒板は、写真撮影時に電子納品で使用する情報を付加することで、電子納品対応した写真管理が自動的にできる機能を有している。

しかしながら写真撮影時に電子納品で必要とする情報はその場で判断することは難しく、実際に写真を撮影する際には、その時間も無いのが現状である。

そこで、開発室では、電子納品情報を付加した電子黒板情報をデータベースに蓄え、写真撮影時にデータベース上から選択する写真管理システムを構築した。

電子黒板情報には、撮影未完了、撮影済みの情報も管理し、写真の撮り忘れも確認できる。

また、写真データの保存先をクラウドストレージとしたことで、工事写真の台帳作成業務を店社テレワーカーが支援することも可能となっている（図5）。



図5 写真管理システムの概要（従来との比較）

4. 新技術導入による効果

新技術の導入対象とした2現場の工事概要を表1に示す。また、各現場への新技術導入状況は表2の通りである。

表1 新技術導入現場の工事概要

(a) 海田高架橋5号橋

工事件名	東広島バイパス海田高架橋5号橋鋼上部工事
橋梁形式	鋼6径間連続非合成板桁橋
橋長/鋼重	227.4 (m) / 1012.7 (t)
発注者名	国土交通省 中国地方整備局
施工場所	広島県安芸郡海田町地先

(b) 洗地川橋(下り)

工事件名	令和元-2年度 外環空港線洗地川橋(下り)上部工事
橋梁形式	鋼4径間連続非合成板桁橋
橋長/鋼重	133.0 (m) / 421.0 (t)
発注者名	国土交通省 四国地方整備局
施工場所	愛媛県松山市東垣生~松山市南吉田地先

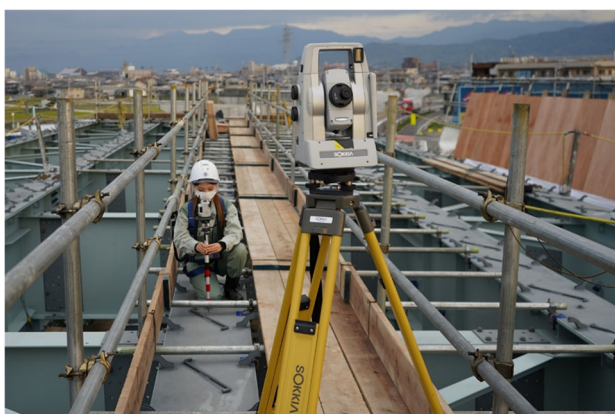
表2 各現場への新技術導入状況

	ワンマン測量	デジタル膜厚計	写真管理
海田高架橋5号橋	○	○	×
洗地川橋(下り)	○	×	○

○: 導入, ×: 非導入



(a) 海田高架橋5号橋



(b) 洗地川橋(下り)

図6 ワンマン測量実施状況

(1) ワンマン測量

ワンマン測量については、2現場に導入し、作業の省力化効果について確認した。レベル等を使った従来方法とワンマン測量システムでの計測時間を比較した結果を表3に、ワンマン測量の作業状況を図6に示す。

従来方法では、そり・支間長・通りの計測を2人1組で行う必要があったが、ワンマン測量においては、1人で確実な計測作業を実施することができ、作業要員を2人から1人に削減できた。また、従来方法では、その計測と支間長・通りの計測は、別々の測量機器を使用していたが、ワンマン測量システムでは、XYZの座標を記録し計算することが可能なため、そり・支間長・通りを同時に計測することができる。これにより、作業時間の削減も可能となった。

2現場の計測結果から、ワンマン測量システムを活用することで、概ね60%以上の省力化効果が確認できた。

(2) 膜厚測定

膜厚測定システムの効果を確認するために、従来技術と膜厚測定システムを用いて、下塗の膜厚測定を行った。測定範囲は6径間中の1径間とし、測定点数は60点であった。各測定における作業時間の比較を表4に、膜厚測定システムの作業状況を図7に示す。

表3 桁架設出来形 比較計測結果

(a) 海田高架橋

※計測対象: 2径間(そり106点, 支間長14か所, 通り14か所)

		作業要員(人)	作業時間(h)	要員×時間	
従来方法	そり	現場計測	2.0人	2.0h	4.0(人・h)
		標高計算	1.0人	1.0h	1.0(人・h)
		帳票まとめ	1.0人	1.0h	1.0(人・h)
		小計			① 6.0(人・h)
	支間長 通り	現場計測	2.0人	4.5h	9.0(人・h)
		帳票まとめ	1.0人	1.0h	1.0(人・h)
小計				② 10.0(人・h)	
ワンマン測量 システム	そり 支間長 通り	現場計測	1.0人	4.5h	4.5(人・h)
		帳票まとめ	1.0人	1.5h	1.5(人・h)
	小計			③ 6.0(人・h)	
省力化効果 (1-③)/(①+②) ⇒				▼ 63%	

(b) 洗地川橋(下り)

※計測対象: 2径間(そり56点, 支間長10か所, 通り10か所)

		作業要員(人)	作業時間(h)	要員×時間	
従来方法	そり	現場計測	2.0人	1.0h	2.0(人・h)
		標高計算	1.0人	0.5h	0.5(人・h)
		帳票まとめ	1.0人	0.5h	0.5(人・h)
		小計			① 3.0(人・h)
	支間長 通り	現場計測	2.0人	1.2h	2.4(人・h)
		帳票まとめ	1.0人	0.4h	0.4(人・h)
小計				② 2.8(人・h)	
ワンマン測量 システム	そり 支間長 通り	現場計測	1.0人	1.5h	1.5(人・h)
		帳票まとめ	1.0人	0.4h	0.4(人・h)
	小計			③ 1.9(人・h)	
省力化効果 (1-③)/(①+②) ⇒				▼ 67%	

膜厚測定システムを使用することで計測にかかる要員が2人から1人になっても、問題なく計測作業を実施することができた。さらに従来計測における野帳への記録作業が、膜厚測定システムではスマートフォンに自動記録されることで、作業時間も半分以下にすることができた。事務所に戻ってからの帳票まとめ作業についても、野帳からの転記作業が無くなり、クラウドから計測データを取込んで、半自動的にデータを集計することが可能となったことで、作業時間を半分以下に削減することができた。

全体の作業としては、80%程度の省力化効果を得ることができ、膜厚測定システムの有効性が確認された。

表4 膜厚測定 比較計測結果

		作業要員(人)	作業時間(h)	要員×時間
従来方法	現場計測	2.0人	0.6h	1.2(人・h)
	帳票まとめ	1.0人	0.4h	0.4(人・h)
	合計			① 1.6(人・h)
膜厚測定システム	現場計測	1.0人	0.2h	0.2(人・h)
	帳票まとめ	1.0人	0.1h	0.1(人・h)
	合計			② 0.3(人・h)
省力化効果 (1-②/①) ⇒				▼ 81%



(a) 1人で測定・記録



(b) スマホへの測定データの自動記録

図7 膜厚測定システム計測状況

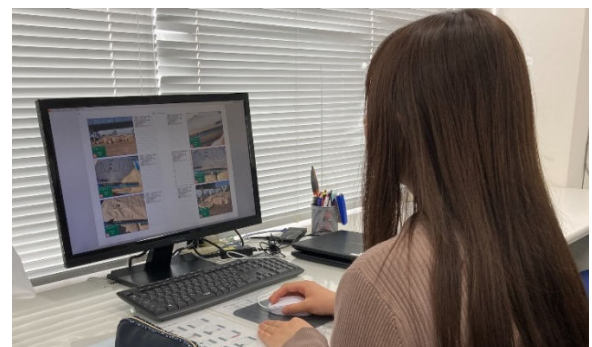
(3) 写真管理

電子納品情報を付加して撮影した工事写真をパソコンに取り込むだけで、自動的に写真を分類・整理してくれるので、現場事務所での写真整理作業をほぼゼロにすることができた。また、クラウドストレージを介して工事写真を共有することで、店社テレワーカーによる写真整理も可能となった。

今回の試行においては、付加する電子納品情報に入力ミスがあった場合などに、正しく分類されずに取り込まれた写真の再整理やピンボケした写真などの間引き作業を店社テレワーカーで実施した。この他にも現場塗装写真の整理や取込み作業もテレワーカーの方で実施した。現場塗装は、1日1層ずつ複数箇所同時に日々作業しているため、塗装の作業写真に自動取込みを使うと、複数箇所での作業写真が混在した状態となり、塗装箇所毎の工程写真台帳とすることができない。このため塗装の写真については、テレワーカーによる手動整理とした。

さらに、工事写真を共有できることを活用して、手書きの品質管理記録を写し込んだ写真から、テレワーカーが記録内容をパソコン上の帳票に転記し、高力ボルト現場予備試験の品質管理記録を作成した。

以上より、写真台帳の整理で13.1人工、高力ボルト現場予備試験の品質管理記録作成で1.3人工の作業をテレワーカーにて実施することができ、従来現場で負担していた作業を削減できた(図9)。

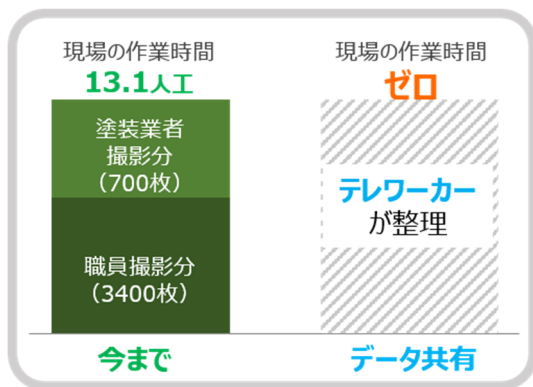


(a) テレワーカーによる工事写真台帳の整理

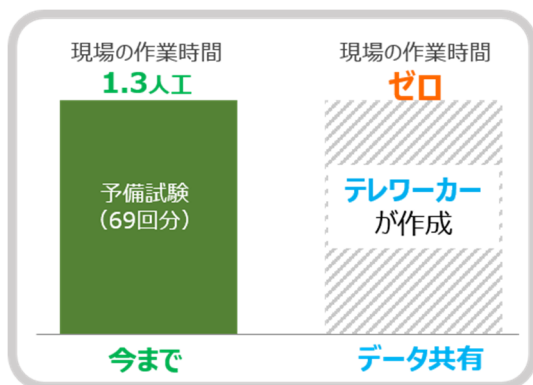


(b) 写真から品質管理記録を作成

図8 店社テレワーカーの作業状況



(a) 工事写真台帳の整理



(b) 高カボルト予備試験の品質管理記録作成

図9 店社テレワーカーの作業状況

5. まとめ

クラウドを活用した店社テレワーク支援を基盤にしつつ、各種新技術を導入することで、現場職員の作業工数を削減することができた。削減された時間で、現場職員はその他の業務、特に現場でしかできない計測作業や現場管理の業務に時間を有効活用することができ、残業時間の削減にもつながった。

また、店社のサポート体制を構築することで、現場の孤立感が拭われたため、精神的にもよい影響があった。

店社テレワーカーは複数人配置しており、チームを構成することで同時に複数の現場のテレワークを行える。また、現場ごとに繁忙期のピークが異なっているため、チーム内の数名で作業を分担することで、1つの現場の作業がピークに達してもテレワーカー自身の業務が過重になることは無いよう、環境を整備している。

以上より、新技術による出来形管理等の効率化に加えて、現場の作業を店社に分散させるテレワーク支援により、現場職員が施工管理業務に集中できる時間を確保できるので、時間外労働の縮減と出来高・品質向上を両立させた生産性向上を実現できた。