

遠隔臨場による移動レス・接触レスな働き方改革

映像活用 CIM 研究会 ○ 柳瀬ひろし
 株式会社 環境風土テクノ 須田 清隆
 株式会社 堀口組 漆館 直

1. はじめに

国土交通省では、建設現場の生産性向上を目指す i-Construction と、統合イノベーション戦略 (H30.6.15 閣議決定) を受け、「建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト」を進めている。

本論文では、上記プロジェクトに採択された『一般国道 239 号苫前町霧立峠改良外一連工事』『一般国道 231 号増毛町大別苅トンネル補修外一連工事』¹⁾での、映像を活用した ICT/IOT 化の取組についてまとめている。

ICT/IOT 化の取組としては、リーンマネージメントの発想で無駄を削ぎ落とす視点で、山間部の通信環境が良くない立地での、遠隔臨場を用いた施工現場の無駄と思われる待ち時間の解消、移動時間の解消や、撮影した映像の振り返りによるコミュニケーション齟齬が原因とする手戻り時間の解消などによる働き方改革による施工の生産性効率化を提案している。

2. 施工現場の課題抽出

リーンマネジメント (無駄の解消) の考え方を土木工事の建設プロセスに適用している。建設業ではムリ・ムダ・ムラの解消は以前から行われているが、IT 化が急激に進む社会では、特に中小建設業においては従来の固定観念がボトルネックになっている現状がある。現在では技術のコモディティー化が進み、映像機器、各種センサー、エッジコンピュータ、AI 推論ソフトウェアおよびハードウェア、通信機器等の導入コストは大幅に低下してきている。中小の建設業においても、汎用的かつ低価格な IT 化により施工過程を映像による仮想臨場化することが容易になってきている。

本報告では、スマートフォンなど使いなれた道具を利用して映像技術を活用した無駄の排除を行い施工の生産性向上を図ろうとしている。

リーンマネージメントの発想で、ブレインストーミングによる無駄の抽出を以下に示す。

表-1 ブレインストーミングによる無駄の抽出

作業分類	ブレインストーミング
------	------------

無駄	60 km以上の移動時間 遠隔地での定期的な現場監視 コミュニケーション齟齬による手戻り時間 不注意な事故 (ヒューマンエラー) 必要以上の資材の在庫
付帯作業	狭い工事区域での施工管理 交通誘導による交通障害の改善行動 安全確保のためのパトロール・記録簿作成 ICT 工事のための準備 IT を理解して使えるまでの手間 通信環境の整備に関する手間 電源の確保の手間 IT 化へのための投資までの社内手続き 会議開催の時間調整 コンクリート仕上げ測量 施工検査など膨大な書類作成
正味作業	重機接触事故の懸念 コンクリートの打設・仕上げ 土留め矢板の打ち込み管理と変位管理 配筋の設計データとの精査及び結果報告 型枠の立ち上げと仕上げ コンクリートの出荷から打設までの時間管理による品質維持

<現状分析>

- ① 人材難による ICT/IOT 化対応の困難
- ② 技術が個人に依存、高齢技術者の退職は技術の消失に繋がる
- ③ 一人現場が多い小規模工事では、本社や現場の技術者の移動に手間が掛かる
- ④ 小規模工事が多く情報化環境の整備が困難
- ⑤ 現場管理の主体が膨大な書類作成を強いられている
- ⑥ 経験主義が強く技術継承 (コミュニケーション) が苦手である

3. 映像 IOT の検証事業

映像 IOT の効果は、須田等の研究で取り組んできた映像 CIM の研究成果²⁾を応用し、中小企業連携で応募した国土交通省『建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト』の堀口組コンソーシアムにおいて、平成 30 年北海道開発局発注『一般国道 239 号苫前町霧立峠改良外一連工事』、平成 31 年発注『一般国道 231

号増毛町大別荊トンネル補修外一連工事』(visual-constructionによる労働生産性改革)を通して検証した。

a. 立地条件と通信環境

遠隔臨場により、発注者事務所や堀口組本社と現場事務所や現場での日常的に行えるリアルタイムなコミュニケーション環境の整備により、施工者、発注者共に移動時間の解消を目指した(図-1)。



図-1 事務所、現場の地理的条件



図-2 遠隔臨場システム構成

ネットワークカメラシステムは一般に普及しているLTE経由でインターネットサービスを使用するとともに、セキュリティの確保が重要な遠隔コミュニケーションと大量のデータ伝送を必要とする4Kマルチセンサーカメラは閉領域ネットワークサービスとMVMO (Mobile Virtual Network Operator, 仮想移動体通信事業者) サービスを利用している(図-2)。コミュニケーションでは、一般に通信事業者のサービスにおいて通常は上り下りの通信速度は対称(同じ速度)になっているが、本試行では上り速度を広帯域化(最大4Mbps)し下りを狭帯域化(最大256Kbps)した非対称通信サービスを活用した。これ

により、上りの現場映像を高品質で送信することを可能にしている(図-3)。

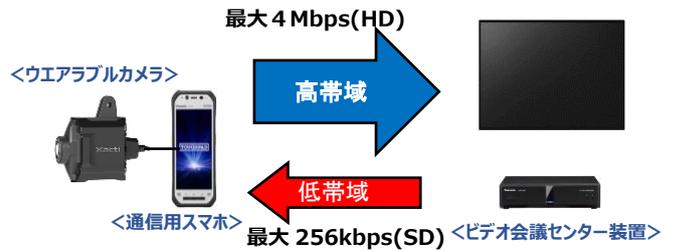


図-3 モバイル映像伝送システム構成 (非対称通信)

b. 現場移動における無駄の解消

遠隔臨場による施工管理では、発注者事務所や堀口組本社と現場事務所や現場での日常的に行えるリアルタイムなコミュニケーション環境の整備により、移動時間の解消と映像利用によるリスクの相互理解を2年間にわたり実現している。

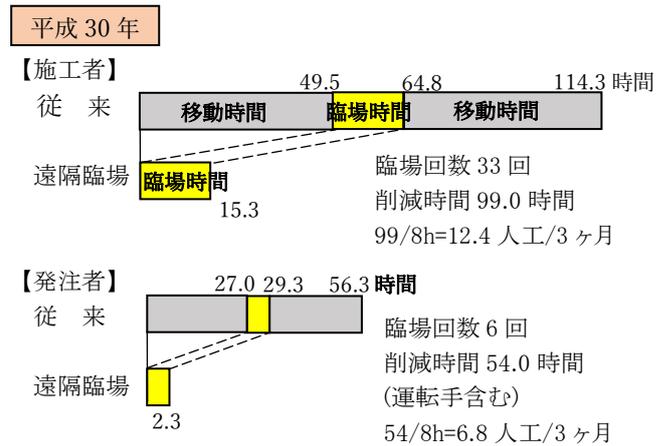


図-4 遠隔臨場による時間削減効果(平成30年)

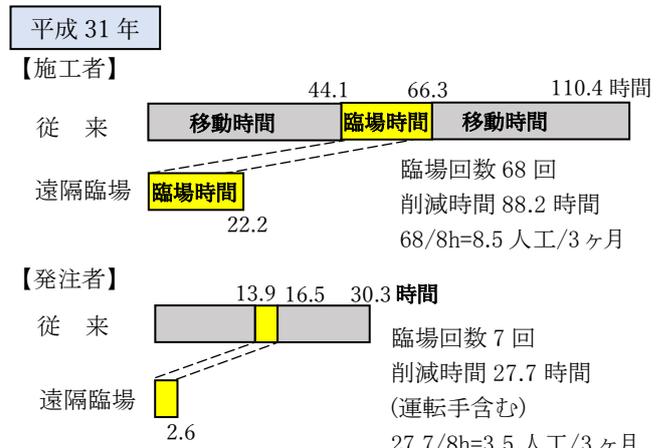


図-5 遠隔臨場による時間削減効果(平成31年)

施工者においては遠隔臨場を行うことで1年目99時間、2年目88時間の削減(図-4)(図-5)を行った。

1回当たりの臨場時間は、1年目0.46h→2年目0.33hと遠隔臨場を繰り返すことで臨場自体の習熟

と無駄の削減が見られた(写真-1)(写真-2)。

発注者においては1年目54時間、2年目28時間の時間削減と、複数人での移動のため削減効果が高くなっている。一方、1回当たり臨場時間には0.38h→0.37hと大きな変化はない。これは発注者においてはすでに検査内容のルール化、マニュアル化が進んでいるためと考えられる。

施工者においては、今後、継続的に遠隔臨場を繰り返すことで効率化が現れ無駄の削減が進むと考えられる。



写真-1 堀口組本社での臨場 写真-2 映像による検査

c. 施工管理における無駄の解消

現場の法面崩壊発生において、24時間撮影のネットワークカメラ画像を設計者が遠隔で確認し、応急対策を現場に指示、札幌から約200kmの移動時間を活用して現場映像を確認しながら対策案を作成することで迅速な現場対応が可能となった(写真-3)。

このように、遠隔かつリアルタイムに現場映像を確認し把握できるため、緊急の場合も施工における意思決定の及ぼす待ち時間が短縮され、現場を止めるリスクが低減できた。

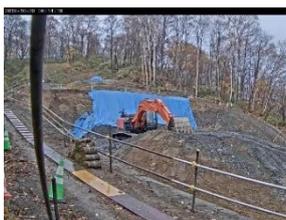


写真-3 法面崩壊状況と現地確認



写真-4 遠隔現場指導 写真-5 映像を活用した検討会

遠隔臨場により、本社常勤の管理者や熟練技術者の知見や経験知が同時に複数現場で多面的継続的に活用され、施工指導や工程管理等の迅速化とコミュニケーションのしやすい環境ができ、若手技術者の働きやすさ、技術・経験不足による手戻り時間の解消と、管理者の生産性向上につながった(写真-4)。

また、記録映像により工事過程での施工の振り返り検証が容易となり、施工課題の認識の共有化、改善の迅速化につながった(写真-5)。

d. 書類作成における無駄の解消

現場映像そのものが作業の手順を表しているため、映像を使用し手順教育を行うことで、作業手順の理解度が高まった(写真-6)。



写真-6 映像による作業手順打合せ

このように、現場打合せに使用する書類を映像で代替することで、書類作成に要する時間を削減でき、現実の映像を使うことで現場空間の共有による認識の一致が容易となった。

また、元請下請間で必要な出来高認定も、従来は図面から数量計算し行っていたが、映像による出来形・歩掛の確認と、後述する3次元モデルによる数量把握が可能となり、書類作成時間が削減される。

さらに、現場写真は映像での代替が可能であり、不可視部分の確認に関しては連続的な映像を記録することで現場技術者の撮影手間、整理手間を大きく省くことができる。

その他、書類作成に関しては、現場技術者の大きな負担となっていて、映像で代替できる可能性のあるものが多いことより、今後書類の在り方の議論が必要となる。

e. 不安全行動の解消

現場映像をタイムラプス化して安全活動(KY活動, 安全教育)および、安全パトロールに使用した。

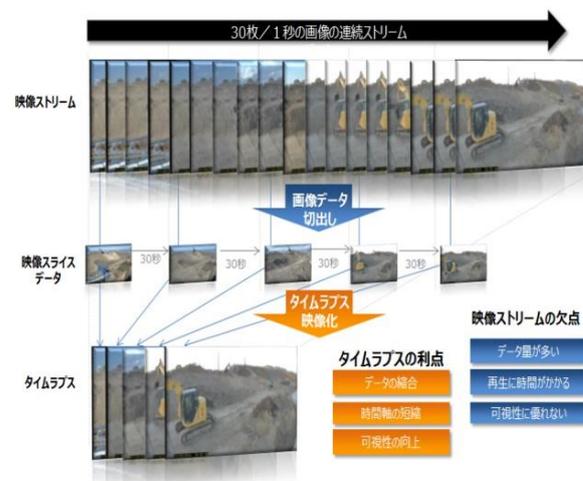


図-6 タイムラプス映像の活用

タイムラプスは、一定間隔で記録された静止画から動画を作るもので、長時間の現場の変化を短時間で表現でき、作業の振り返りや手順の確認が容易にできる(図-6)。言葉だけでなく実際の映像を見ながら不安全行動や危険個所の指摘が可能で、施工経験

の少ない作業員にも臨場感のある説明ができ、不安安全行動の解消につながった(写真-7)。

さらに、安全パトロールの指摘事項等を映像としてクラウドに上げることで、個人の経験に頼っていたヒヤリハット等、安全に関する情報の社内共有を図ることができた(写真-8)。



写真-7 映像を活用した安全教育



写真-8 安全情報の共有

f. 段階検査における無駄の解消

前述したように、発注者においては段階検査等で複数人での移動が基本となり、1回当たりの臨場の時間削減効果は施工者よりも大きく、従来の90%以上に及ぶ。さらに、遠隔臨場においては検査準備が整ってからオンラインで検査を開始できるため、従来あった検査官の到着待ち時間、移動後の準備待ち時間がなくなり受発注者双方の無駄時間解消につながった(写真-9)(写真-10)。

また、記録された映像をふり返ることで、動きのある作業の確認や不可視部分の確認が可能となる等、時間をさかのぼった検査が可能となり検査の質が変わる可能性がある(写真-11)。

発注者側の省力化効果と、音声でリアルタイムな指示に対応できる映像の持つ信頼性、リアルタイム性が評価されている。



写真-9 映像による段階検査



写真-10 映像による法枠検査



写真-11 遠隔臨場による圧縮強度試験



g. 映像解析技術を使った無駄の解消

スマートフォンとクラウドによる写真撮影の簡素化と、過不足のない写真撮影位置を自動指示するソフトウェアの開発、少数の写真撮影から始めて追加撮影を反復するモデルの逐次改善プロセスの効果検証を『一般国道231号増毛町大別荊トンネル補修外一連工事』の豊浦工区において行い、撮影から0.5~1日で3次元モデルの生成が可能となった(図-7)。

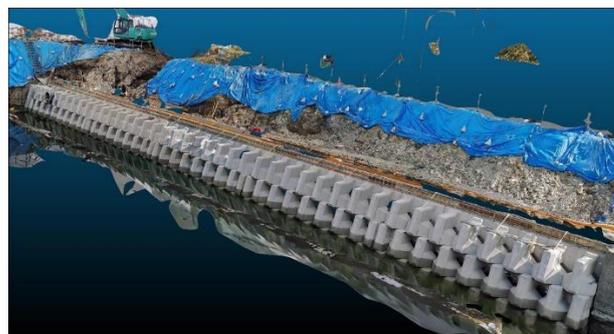


図-7 豊浦工区での写真映像による消波ブロックの高密度3次元モデル

施工途中の3次元モデルが短時間で生成可能となることで、出来上がり構造物の把握が容易となり担当者ごとの認識のズレがなくなる。

また、手間をかけずに細かい部位までの確認管理が可能となり、現場の出来形と出来高確認において測量や数量計算の手間を大幅に省くことができる。

また、時系列で3次元モデルを作成することで施工記録としての写真の代替や、テクスチャーを表現することで仕上がり品質を検査することができる。

さらに発注者においては、設計の3次元モデルと重ね合わせることで、任意の段階で出来形精度の確認が容易となる。

4. まとめ

本試行は、中小建設業を対象としたICT/IOT化の取組として、映像を活用した遠隔臨場を柱として、リーンマネジメントの発想で無駄を削ぎ落とし生産性の向上を図ったものである。2年間の試行において実証された無駄の削減効果と、今後取組を継続することで期待される効果についてまとめた。

- ①遠隔臨場により施工者、発注者とも移動時間が削減され、『非常駐管理』の可能性が確認できた。
- ②ネットワークカメラによる遠隔での常時現場確認により、状況把握、情報共有の迅速化が図られた。
- ③映像記録の共有化により熟練技術者のノウハウの伝承、若手技術者の能力向上につながった。
- ④技術者の大きな負担となっている書類作成は、映像による代替の可能性が確認できた。今後、書類の在り方の議論を進めることで、更なる生産性向上へつながると思われる。

中小建設業の生産活動において、リーンマネジメントの発想で映像技術を活用し日常的に無駄を排除する活動が生産性の向上につながることが検証された。今後も継続して活動することでより一層の生産性向上効果が期待できる。

参考文献

- 1) 西川他「Visual - construction の導入で施工生産性の向上を実現」建設機械 Vol. 56 No. 4 5P-10P 2020. 4
- 2) 須田他「中小零細建設業を対象とする映像を活用したCIMの開発」日本機械化協会平成27年度建設施工と建設機械シンポジウム論文集