

令和2年度 都市整備局・住宅政策本部業務体験発表会 概要書	
所 属	
発表テーマ	工事監督はリモートで！ ～ICT活用の試行について～
発表者氏名	
発表の概要	<p><b>【背景】</b>            現在、社会全体の情勢から ICT 機器を用いたリモートワーク導入への社会的要請が急速に高まっており、工事管理においても ICT 化による業務の効率化が求められている。</p> <p>当事務所の工事現場においても、監督業務の効率化や事故・災害時等の緊急対応の迅速化を図るため、国等の動向や ICT 技術の進展を踏まえながら企画技術課と連携しウェアラブルカメラ導入に向けた取組を今年度から開始した。</p> <p><b>【取組内容】</b>            業務効率化を目的とするウェアラブルカメラを用いた工事監督業務の試行に至るまでの下記の業務体験について発表する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・工事監督業務の効率化に寄与する ICT 技術及び機器の調査検討</li> <li>・試行計画の立案と企画技術課との連携</li> <li>・ICT 機器メーカー及び工事受注者への試行協力依頼及び協議</li> <li>・試行結果の考察と今後の展望</li> </ul>



## 工事監督はリモートで！ ～ICT 活用の試行について～

### 1 はじめに

本報告では、現在の東京都の業務を取巻く状況と後に紹介する職場の課題に対し、ICT 活用により業務効率化を実現するための解決策の検討から、ICT 活用の試行実施に至るまでの業務体験について報告する。

### 2 ICT 活用の背景

#### 2-1 国及び都の動向

令和2年度版の厚生労働白書によると、我が国では少子高齢化と人口減少に伴う「担い手」の不足が進行しており、より少ない人数でも現場が回っていく体制づくりのためにデジタル・トランスフォーメーションへの対応が必要とされている。国土交通省においては、建設業における人手不足に対し、ICT の全面的な活用を行うことで建設現場における生産性を向上させる取組を進めている。

また、現在、全世界的に影響を及ぼしている新型コロナウイルス感染症の日本における流行により緊急事態宣言が発出され、東京都においても対人接触の低減とより一層のテレワーク等の ICT の積極的活用が求められた（図1参照）。ICT の活用により人と直接対面せずにリモートで仕事をする働き方の需要が短期間で著しく増加し、これが追い風となり ICT 製品の開発も進み、より便利で高機能な機器やサービスが提供されるようになってきている。

ICT 活用について、都は、平成29年12月に「東京都 ICT 戦略」を策定し、ICT 活用により都民サービスの質や都市機能の向上に向けて取り組むことを公表している。この戦略の中では「ICT の活用による生産性向上が必要不可欠」であり、「公共工事の場においても、建設生産プロセスで ICT 等を活用することについて研究・検討していく。」と記載されている。また、「災害対応力強化のため、関係機関が情報収集体制の充実強化を図り、各々の役割に応じた対応が行えるよう相互に情報を共有する体制の構築を検討する」と記載されている。

上記の方針を基に、当事務所においても ICT 活用による業務の効率化及び迅速化と、それに付随して達成される災害対応時の情報収集体制の強化を目指し職場内の業務改善策について検討を行った。



図1 東京都のテレワーク推進  
広報（※1）

## 2-2 職場の課題

当職場では、東京都における少数精鋭体制により限られた人数で工事監督業務に当たっているが、工事監督に必須の「現場への移動」が業務の負担となっている。当職場においては立会いや現場の安全対策等の確認を行う現場点検の業務実施のため、一週間に最低3回は現場へ移動している。この移動は、事務所から徒歩と電車で現場に着くまで片道で通常およそ40分～60分程度かかっている。移動時間中は業務が行えないため、この時間が削減できれば確保できた時間で効率的に他の業務を行うことができる。また、点検実施者の予定調整も容易になることにより、業務効率化と労働時間の削減が実現できる。

また、第三者の安全に関わる事項や突発的な事象の対応等で作業を進められず、現場で確認した事項を職場内で詳細に素早く共有し検討及び相談したい場合にも電話連絡だけでは状況の把握に時間がかかり、迅速な対応が難しい。

そこで、移動時間を削減し業務を効率的に行うために、現場点検及び厳密な品質確認が必要ない一部の立会いを、ICT活用により職員が現場に移動しなくとも実施可能な方法について検討を始めた。ただし、前提として工事目的物の品質確認やその他厳密な現場確認が必要と監督員が判断する立会等については現場確認を適宜実施する想定である。

## 3 工事監督におけるICT活用方法の検討

### 3-1 活用するICTの検討

まず、ICT機器について調べ始めると、国内外の市場には様々な業種の業務に対応したICT製品が数多く見つかった。工事監督におけるICT活用の方法においても多数存在し、例を挙げると、現場の表面形状を3次元点群データで把握するレーザースキャナー、俯瞰映像の自動撮影をするドローン、対象の複数写真から立体モデルを作成するモデリングサービス、撮影した配筋間隔を瞬時に計算し確認できる測量機能付きのヘッドマウントディスプレイ、また、クラウドカメラ等が現場確認のため開発及び活用されていた。これらの中で、今回の目的を達成するための機器の検討を行った。

まず初めに、職員が現場に行くことなく現場の状況を把握する技術という条件で上記ICT技術を絞ると、「クラウドカメラ」の活用が候補に挙がった。クラウドカメラは、撮影した映像データをクラウドに保存するものであり、機器本体に通信端末が内蔵されているため通信ケーブルや録画機器が必要なく電源を用意するだけで使用可能であり、職員が事務所にいながらリアルタイムで現場を確認できるものであった。しかし、その特性から、機器の設置には架台の設営及び撤去、電源の設置、及びカメラ本体の盗難防止対策が最低限必要となる。

また、長期間同じ箇所で行う場合には適当であるが、日々施工箇所が移動する当事務所のような条件の現場ではカメラの設置位置の移動を行う手間が生じ、場合によっては作業の邪魔になる事も考えられた。

### 3-2 ウェアラブルカメラについて

#### (1) ウェアラブルカメラの選定

そこで、この問題を解決できる製品がないか調べたところ、クラウドカメラの技術を応用し

た「ウェアラブルカメラ」を発見した。この ICT 製品は、現場の状況がリアルタイムでどこからでも視聴できる機能はクラウドカメラと同じであるが、小型のカメラ機器にバッテリーを接続することにより撮影と通信が可能であり、特別な設備等の設営を必要とせず、簡易的に操作することが可能であった。これらの特徴から日々施工箇所が移動する当事務所の現場に適していること、他における活用実績もあったことからウェアラブルカメラの活用について検討を進めた。ここでいうウェアラブルカメラとは、カメラ部、バッテリー及び通信端末が一体となって機能する、身に付けられる機器であり、ライブ映像の配信が行えるものである。

また、現場におけるウェアラブルカメラの運用については、国土交通省が令和2年3月に公表した「建設現場の遠隔臨場に関する試行要領（案）」において図2の模式図で示されている。

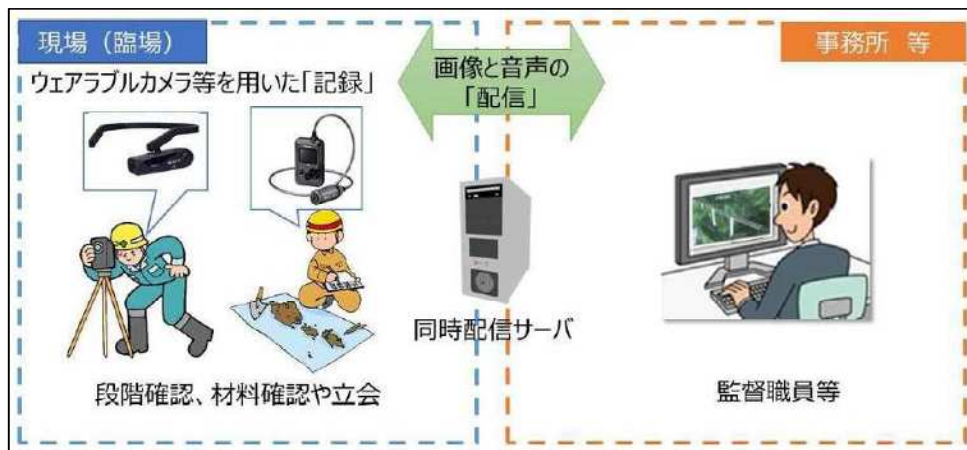


図2 現場のウェアラブルカメラ活用 模式図 (※2)

## (2) 機器の映像配信システム

現在市場にある一般的なウェアラブルカメラの映像配信方法は、撮影した映像を携帯電話ネットワークで通信し、サーバー又はクラウドを経由して PC 及びタブレット等の端末で視聴する形態が主である。しかし、メーカーそれぞれで提供するサービスごとに映像配信方法、通信手段、利用するソフトウェア、視聴できる端末の制限等の細かな特徴に違いがある。

上記の配信を行うため、ウェアラブルカメラには図3・図4のように映像撮影用の「カメラ部」、「バッテリー」及び「通信端末」の携帯が必要であり、これらを一体として機能させている。しかし、それぞれの機器もまたメーカーそれぞれに特徴や利用目的があり、機能と使い勝手に違いがある。また、一つの端末にこれらの機能全てを複合した製品もある。



図3 カメラ操作部、バッテリー、通信端末



図4 カメラレンズ部、ヘッドセット

## 4 試行実施の準備

### 4-1 仕様機器の手配

#### (1) 機器の選定について

多数のウェアラブルカメラが市場にある中で、それぞれの製品にその用途に応じた長所と短所があるため、適切な機器の検討には時間がかかった。当初は目線近くにカメラがある機器に着目し、現場の状況を十分に把握し適切な指示を出すためには、装着者の見ている景色を共有できることが重要であると考えていた。装着者目線のカメラの利点は、高位置による撮影範囲の広さ、熟練者の見ているポイントの把握、実際に現場で見ることができる景色に近いこと、多機能の製品が多いこと等である。一方で、欠点は装着者の視界を場合によっては妨げること、頭部への装着・脱着に手間がかかること、多機能の製品は操作方法が複雑になっていること等である。

しかし、現場の映像をリモートで確認することのみが本検討の主目的であり、あえて高機能・多機能の製品を選ぶ必要性は無かった。現在動いている工事で試行をスムーズに実施するため、現場状況の撮影及び配信が可能で、操作と装着を簡易に行うことができる製品を選定することとした。

そこで選定した製品が、図5に示すクラウド録画型ウェアラブルカメラであった。この機器は国土交通省の遠隔臨場の試行要領の基準を満たす撮影能力があり、機器本体が軽く服にクリップで取付けが可能であることから扱いが簡単であるほか、防水性・防塵性が高く管理がしやすいとの特徴があり、求める条件を満足していた。



図5 クラウド録画型  
ウェアラブルカメラ

#### (2) リモート確認のデモンストレーション

試行を実施するに当たり、選定した機器のメーカーにヒアリングを実施したところ、実際の機器を使ってリモート確認のデモンストレーションをしてもらった。使用した機器は、ウェアラブルカメラ一式と映像確認用のタブレットである。そこで、配信映像から周囲の確認が十分にでき、建物のひび割れの有無の判別も可能な画質であることを確認し、試行に用いることが十分に可能であると考えた。しかし、このデモンストレーションはタブレットを用いて確認したものであるため、映像配信の遅延が4秒から5秒程度発生し、タブレット側からカメラ側への音声伝達はできなかった。この理由は通信環境によるもので、PCで特定のブラウザを用いて確認することにより、映像の遅延をほぼ感じず電話で話をするようにカメラ装着者と通話が可能であった。その状態のデモンストレーション映像を確認し、映像遅延に関しては解決可能で問題ないと考えた。以上の確認を行い、試行に用いることとした。

### 4-2 実施現場の選定

#### (1) 現場条件の確認

試行を実施する場所の選定については、当時に実際に施工をしていたこと、施工用地内に歩

行者用通路を設けており周囲の安全確認の重要度が高いこと、同地区で下水道局の工事も行われており、閉鎖管理の状況確認が重要なこと等の理由から、十条地区の下水道管布設工事の現場で試行を実施することに決めた。現場では、架空線が周囲にある状況かつ埋設管路が多く存在する状況で掘削工事を行っており、工事中事故時の訓練を兼ねる第一報を想定した報告のテストを行う点でも効果的な環境であった。

## (2) 工事受注者との協議

選定した試行対象工事の現場代理人と試行実施の打合せと計画の説明については、受注者の協力もあり円滑に進んだ。しかし、当初は試行に使用するウェアラブルカメラの調達を受注者をお願いしていたが、想定していた機器が当時品薄により準備できない問題が発覚したため、急遽発注者が保有している返却期限の近づいていたデモ機を利用することになり、予定の前倒しと試行実施体制の早期の準備が必要になった。試行当日のウェアラブルカメラの運用方法については現場代理人と協議し、監督員が機器の管理及び進行管理のため現場に同行し現場代理人への負担を最小限にするという条件で協力を得た。

### 4-3 実施計画の作成

試行の実施計画の作成に当たっては、事前の動作テストで把握していたウェアラブルカメラの長所及び短所を確認するため、現場で想定される様々な条件において撮影を行うことを念頭に作成した。それぞれの撮影箇所及び条件で確認項目について後述のチェックリストを用いてリアルタイムで評価を行うため、撮影方法については都度職員が指示をすることとした。

また、現場確認では遅延の生じた配信映像の一方向的な視聴のみしか行えないことが事前の配信テストで分かっていたため、現場の職員と電話で通話することで指示を伝達した。以上を踏まえ検討した結果、下記の図6に示す方法で試行を実施した。

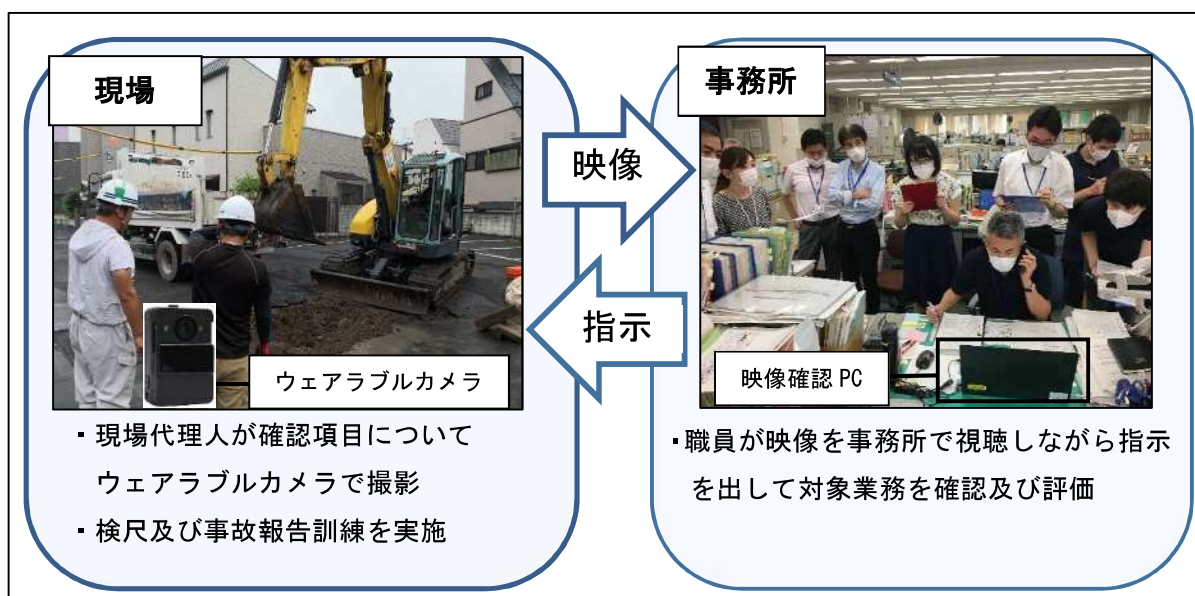


図6 試行方法

#### 4-4 評価方法

チェックリストを作成し、事務所の技術職員 10 名により、21 個の確認項目ごとに（カメラ配信映像を通して）「確認できない」、「確認できる」、「詳細に確認できる」の 3 段階で評価を行った。

#### 4-5 企画技術課との連携

実施する試行について、総務部企画技術課に実施方法及び目的の説明を行った。ウェアラブルカメラ活用の試行実施については、社会的要請や必要性が明白であることから十分な理解が得られた。また、将来的な工事の立会いの代替手段として活用できる様に、本試行で得られた評価結果やノウハウを企画技術課へフィードバックすることとした。

### 5 試行結果と考察

令和 2 年 7 月 21 日に試行を実施した。試行中は配信映像が高画質のため細部の確認ができ、確認項目の評価の水準は全体的に高かった。集計した結果から、「詳細に確認できる」が多かった項目と「確認できない」が多かった改善が必要とされる項目の説明を抽出し、次に記載する。

#### 5-1 「詳細に確認できる」が多かった項目

- ・ 施工状況、周囲の安全管理状況がよく分かった（図 7 参照）。
- ・ 対象物の検尺時にメジャー目盛りがミリ単位まで分かった（図 8 参照）。
- ・ 緊急時の報告、事故発生箇所等の情報共有を速やかに行うことができた（図 9 参照）。



図 7 掘削作業状況映像



図 8 下水道管検尺状況映像



図 9 架空線箇所の映像

#### 5-2 改善が必要とされる項目（「確認できない」が多かった項目）

- ・ 現場内移動時は映像のブレと画質の乱れが生じて確認しにくかった（図 10 参照）。
- ・ 材料外観の微妙な色、細かな傷の判別が難しかった（図 11 参照）。
- ・ 路面の小さな勾配の確認が難しかった（図 12 参照）。



図 10 歩行時の映像



図 11 人孔材料の傷の映像



図 12 路面状況映像



### 5-3 受注者側評価

試行後に現場代理人へアンケートを実施し、以下の評価が得られた。

- ・カメラの操作は電源を入れるだけであり、簡易で良い。
- ・現場の報告にカメラを活用してタイムリーな確認ができるのは有効であると感じる。
- ・被写体を近接して撮影する場合はカメラを手を持つ必要があり、片手がふさがれる。

### 5-4 まとめ・考察

- ・受発注者両者の評価結果より、施工状況の確認・安全管理・材料寸法の確認・事故等発生時の現場確認等には十分に遠隔確認が可能であった。
- ・事故発生の第一報と同時に被災箇所、周囲の状況等が一目で分かり、監督員複数人へ素早く同時に情報共有が行えるため、事後の対応を迅速に行うことができると感じる。
- ・本カメラの画質は現在の市場の他製品と同等程度であり、他の製品を用いても現場状況の確認は可能と思われる。需要も多いため、今後様々な工事で広く活用されていくと感じる。

## 6 業務効率化への寄与

### 6-1 業務効率化の効果と人件費等削減効果の概算

ウェアラブルカメラの活用について、実施する対策に要する費用と得られる効果とが釣り合わず、導入費用が過剰であれば本検討は都民の理解を得られない。よって、職場において想定する業務効率化の程度と費用の観点からおおよその有用性及び導入の妥当性を把握するため、以下の検討を行った。

カメラ活用により現場への職員の移動がなくなり、その分だけ業務時間を削減できる。加えて、これによる人件費と交通費の削減の程度と機器運用費用の比較を表1、図13に示すとおり概算した。条件は下記のとおりである。

#### (1) 条件

- ・移動に要する時間の分の人件費及び交通費とウェアラブルカメラ運用費とを比較する。
- ・職員1人が1つの現場に移動し頻度は週に3回とし、1か月を4週間とする。
- ・移動経路は「事務所 ⇄ 十条地区」（往復：1時間40分、当職場現場移動のおよそ平均）
- ・人件費は例月給与モデルの25歳主事と35歳課長代理との平均額で概算(2000円/時間)
- ・比較するカメラは表2に示す機器（費用はメーカー提供資料により調査）

#### (2) 結果

表1のとおり、12か月でのべ約239時間の業務時間削減となり、約18.9万円の費用削減となった。現場への移動にかかっている費用の約35%を削減できる予測となり、業務効率化のために費用がかかるどころか、ある程度の費用削減効果が見込める程の想定となった。以上の結果から、単純に機器導入費から移動時間の人件費と交通費を差し引くだけで費用削減になり、加えて移動の負担と予定調整の時間も軽減される。よって、仮に当職場内におけるウェアラブルカメラの活用条件が多少変更になったとしても、業務効率化の効果を十分に期待することができ、少なくとも機器導入費用は得られる利益に比べ過剰に多いとは考えられず、有効であると思われる。

表 1 ICT 活用による費用削減比較(万円/年)

	現在	カメラ費用	削減費用
人件費	48	—	48
移動費	6	—	6
初期設備費	—	1.5	-1.5
継続設備費	—	33.6	-33.6
合計	<b>54</b>	<b>35.1</b>	<b>18.9</b>

表 2 ウェアラブルカメラ費用

外見	
費用	初期費用:1.5万円、継続費用:2.8万円/月

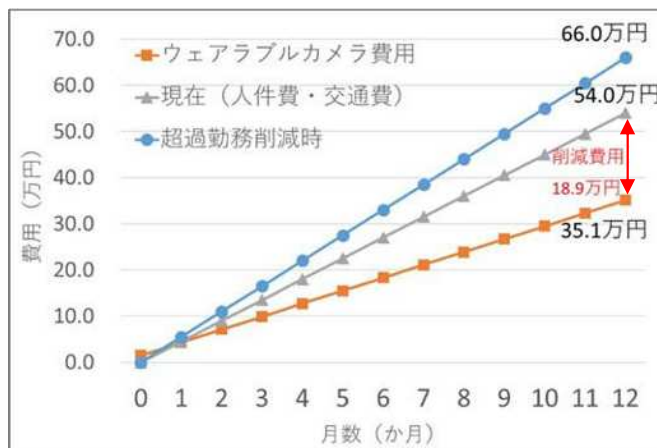


図 13 ウェアラブルカメラ活用にかかる費用と現在の現場への移動にかかる費用の比較（1年間の費用）

## 6-2 緊急時第一報の詳細確認

当職場では、工事中に事故等の災害が発生した場合には、第一報として直ちに監督員に電話連絡があり、この聞取りによって内容を把握し、監督員から本庁等の関係者へ第一報の周知をメール及び電話連絡によって行う。この第一報時点では可能な限り迅速な対応が必要となるため最低限の情報の報告となり、被災箇所の写真や現場状況周辺の詳細等の確認については第二報以降を待つ必要がある。よって、当職場では必要に応じて職員が現場確認及び対応に直ちに出发し、事務所では第一報で得られる限られた情報から得られる範囲又は予想される状況等から判断し可能な限度までの対応を実施している。

そこで、ウェアラブルカメラの活用により、第一報においてより詳細に現場状況を共有することによる業務効率化、災害時対応力の強化についても検討を行った。

想定する被災時の運用方法とその効果について説明する。事故等災害発生時に現場代理人等が直ちにウェアラブルカメラの映像配信を開始し、同時に監督員に電話で第一報を電話連絡で行う。監督員は、事務所で電話を受け、配信映像を確認しながら現場状況の聞き取りを行う。映像を見ながらであるので被災状況のイメージは確実に伝わり、必要な対策についても適切な指示を行うことができる。また、その映像を監督員が自分で画像として入手及び保存できるため、第一報時点で写真及び映像を得ることができ、その後の本庁等への第一報においても正確で詳細な報告が可能となる。現場代理人が第二報以降の報告を行う際も、必要に応じてウェアラブルカメラの配信を継続しておくことで、監督員が常に最新情報の収集ができ、情報共有が円滑に行える。

また、現在の市場にあるウェアラブルカメラの標準の機能では、配信される映像は複数の多地点から同時に視聴が可能であることが殆どであるため、その場合では監督員以外の事務所職員や本庁職員等が同時に同じ映像を視聴することで、より情報共有が正確で迅速に行うことができる。

以上により、関係機関との情報収集体制の充実強化となり、各々の役割に応じた対応が行え

るような情報共有体制の構築が可能となるため、災害対応力強化に寄与すると考えた。この想定する運用方法の実現可能性については、試行時に多地点での視聴が可能であることを確認し効果的な活用が見込めると評価している。

## 7 今後の展望

### 7-1 ウェアラブルカメラ活用試行について

本試行によって、現場状況の確認が難しい場面が分かったため、今後は高解像度で色再現の優れたカメラ付き端末による写真送付、傾斜測定器、ブレ軽減器具、また脚立の併用等の運用方法の工夫により改善を図っていく。また、その他実用的な運用方法を検討し、確立していく。

また、原因は不明だが、TAIMS 回線では 4 秒程度映像が遅れて届いていたため、円滑な現場確認と問題点の究明のため、独立した通信回線を配備し、結果を比較し、改善を図ることも必要と考えている。その場合、今後リモートによる現場確認が一般的となり、全工事に適用していくことを考えると、一つの現場に一つの PC 等を準備するのではなく、効率的に複数の受注者相手に順番に遠隔臨場を行うため図 14 の様にリモート通信の端末を受注者側で配備し、複数現場と簡易に通信できる体制が効率的であると考えている。

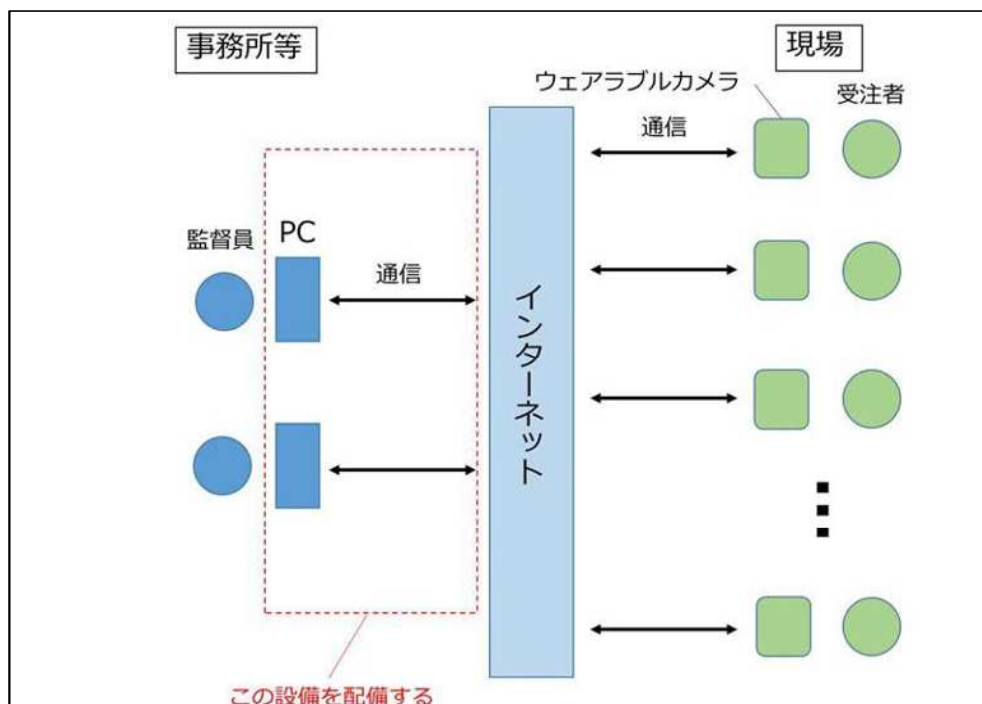


図 14 一つの PC で効率的に複数現場の確認を順番に実施する模式図

また、図 15 に示す様な多地点・複数の都職員が同じ現場映像を共有し、その場ですぐに通信により問題解決のための対応策を打合及び検討することや、道路及び埋設物等の管理者又は企業者と事務所にいながら協議し正確で迅速な業務の遂行による工期の延長、安全対策又は第三者被害の防止を実施する体制づくりも効果的であると考えている。

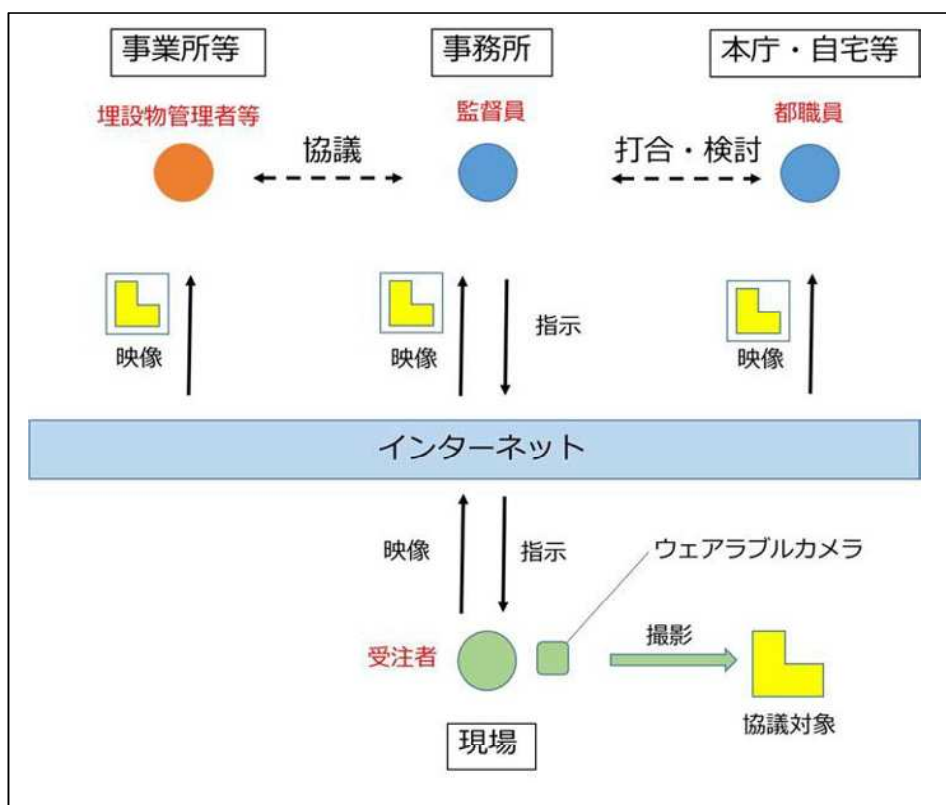


図 15 同じ現場映像を見ながらリモートで打合及び協議をする模式図

## 7-2 その他の ICT 活用について

測量機能を付帯した 3D カメラの活用や、埋設物の 3D マップによる見える化の導入により、現場の支障物の位置を把握しやすくすることで協議を円滑に行うこと等についても検討を行い、建設現場における更なる ICT 活用を進めていく。このような新しい ICT の技術を発注者側が積極的に検討していくことで、受注者の ICT の現場導入の後押しとなり、将来的な東京都の受注者と発注者の両方の生産性向上と業務改善をこれからも目指していきたい。

## 8 参考文献

※1 東京都 HP から引用（筆者最終閲覧日：令和 2 年 11 月 12 日）

([https://www.metro.tokyo.lg.jp/tosei/hodohappyo/press/2020/03/05/documents/27\\_01.pdf](https://www.metro.tokyo.lg.jp/tosei/hodohappyo/press/2020/03/05/documents/27_01.pdf))

※2 国土交通省 HP から引用。「建設現場の遠隔臨場に関する試行要領（案）」（筆者最終閲覧日：令和 2 年 11 月 12 日）

(<https://www.mlit.go.jp/tec/content/001343445.pdf>)