

発注者主体による遠隔臨場システムの 現場試行とその検証

窪田 博充¹

¹山梨県 県土整備部 新環状道路建設事務所 建設課（〒406-0031 山梨県笛吹市石和町市部524）

建設現場の生産性向上は喫緊の課題であるが、この課題解決の手法の一つである遠隔臨場システムの導入の動きは始まったばかりである。本稿では、遠隔臨場システムの普及促進をはかるために発注者で環境を整えて試行を行い、評価・検証を実施した取り組みについて報告する。

キーワード i-Construction, 遠隔臨場システム

1. はじめに

国土交通省では2016年以降、調査・測量から設計、施工、検査、維持管理・更新までのあらゆる建設生産性プロセスにおいて抜本的に生産性を向上させるi-Constructionの取り組みに着手している。

i-Constructionの目標は、生産性を向上させることで企業の経営環境を改善し、建設現場で働く方々の賃金水準の向上を図るとともに、安定した休暇の取得や安全な建設現場を実現することを目指している。¹⁾

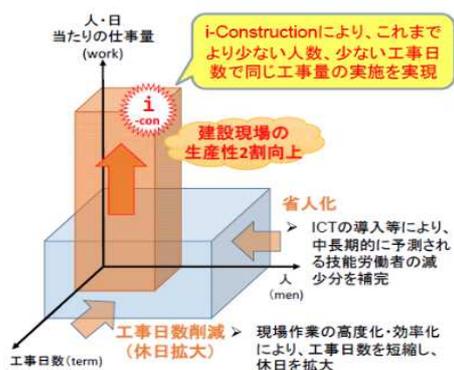


図-1 生産性向上イメージ図

また、2020年3月にはi-Constructionの取り組みの一つとして、「段階確認に伴う手持ち時間の削減や確認書類の簡素化」や「現場臨場の削減による効率的な時間の活用」等を目指した『建設現場の遠隔臨場に関する試行要領(案)』（以下、「本要領(案)」とする。）が国土交通省から示された。²⁾

これを受け、当事務所では発注者・受注者それぞれの生

産性向上を図るべく、発注済の工事から対応可能な現場を選定して遠隔臨場システムを取り入れ、その試行（以下、「遠隔臨場の試行」とする。）を行った。本稿は遠隔臨場の試行に関する取組みの概要やその効果の検証、課題等を紹介するものである。

2. 試行の背景・目的

(1) 遠隔臨場とは

遠隔臨場の概要を図-2に示す。遠隔臨場とは、ウェアラブルカメラ等による映像と音声の双方向通信を使用して、従来現場臨場で行っていた「段階確認」「材料確認」「その他立会」（以下、「段階確認等」とする。）を遠隔地にいながら実施するものである。ウェアラブルカメラとは、ヘルメットや体に装着または着用可能（ウェアラブル；Wearable）なデジタルカメラの総称であり、使用製品を限定するものではない。遠隔臨場を行うには、工事現場においてはウェアラブルカメラおよびモバイル端末等（インターネット環境、通信アプリ）、建設事務所においてはモニターおよびインターネット環境が必要となる。

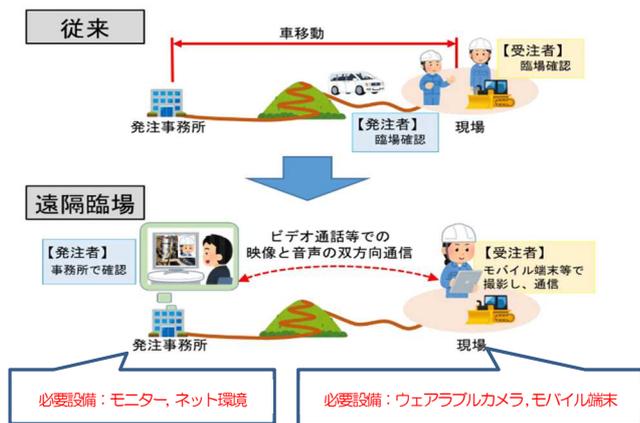


図-2 遠隔臨場の概要

(2) 背景・目的

本要領(案)が国土交通省から示されてからまだ日が浅いため、発注者・受注者とも遠隔臨場の経験はほとんどなく、また現時点で受注者の遠隔臨場システム導入の動きは聞こえてない。このような背景から、遠隔臨場の試行では、まずは発注者が主体となり、必要な機材を発注者が準備して受注者へ貸与し、実際の現場において遠隔臨場を体験する場を設けることとした。また、特に受注者に対する遠隔臨場システムの普及促進を重要な課題として捉え、これを念頭に様々な遠隔臨場システムの操作性や機能の比較、あるいは従来の現場臨場との比較やその効果の検証などを行うこととした。

2. 遠隔臨場の試行

(1) 使用機器の選定

遠隔臨場の試行では、市販されている各種遠隔臨場システムのうち、それぞれの仕様や導入コスト等を勘案し

て、タイプⅠ～タイプⅢの計3種類のシステムを採用し、各受注者へ貸与することとした。表-1に遠隔臨場の試行に用いた各タイプの特徴や仕様を示す。いずれのタイプも本要領(案)に示しめされた映像と音声に関する規格はクリアしている。

(2) 合同操作説明会

遠隔臨場の試行に先立ち、新環状道路建設事務所が発注した東部区間Ⅰ期～Ⅱ期(甲府市小曲町地内～笛吹市石和町東油川地内)の工事のうち、遠隔臨場による段階確認等が実施可能な4現場を選定して合同で操作説明会を実施した。また、各タイプの操作性や機能性を比較するため、1現場ですべてのタイプを体験できるように調整を行った。

写真-1 合同操作説明会の様子
(2020年9月1日開催)



(3) 試行実施後の聞き取り調査・アンケート

段階確認等で遠隔臨場の試行を実施した際は、発注者・受注者それぞれの担当者に対し「所要時間」および

表-1 各タイプの特徴と仕様

	タイプⅠ	タイプⅡ	タイプⅢ
特徴	操作性、装着性重視 カメラ、通信装置、モニター、スピーカーがオールインワンになっているため装着が簡単。本体電源投入するだけで映像配信が可能で操作が簡単。	汎用性、カメラ性能重視 WEB会議システムと、タブレットPCやスマートフォンを組み合わせると利用可能で汎用性に優れる。カメラ本体は強力なスタビライザ(水平維持)機能を有する	拡張性、装着性重視 本体SDカードに映像記録が可能で、高画質で現場映像を記録可能。追加オプションで同時マルチモニタリングが可能。タブレットPCやスマートフォン等不要で装着が可能。
装着イメージ			
カメラ仕様	動画解像度/FF HD(1280X720)/30FPS レンズ広角 120°広角レンズ レンズ明るさ F2.2	Full HD(1920X1080)/30FPS 185° 広角レンズ 不明	HD(1280X720)/30FPS 約110度/約92度/約44度 設定可 F2.8
追加設備(現場)	ハードウェア 不要 ソフトウェア 不要	Windowsタブレット(貸与) web会議システム(zoom貸与)	不要 不要
映像確認(現場)	本体小型モニター	タブレットPC、スマートフォン	本体小型モニター
映像記録	クラウド	クラウド(web会議システム)	本体SD、クラウド(オプション)

「立会い人員構成」について聞き取り調査を行うとともに、使用した感想や課題についてアンケート調査を行った。

3. 従来の現場臨場と遠隔臨場の比較と検証

(1) 所要時間の定量評価と検証【発注者】

発注者における段階確認等の所要時間比較を表-2に示す。遠隔臨場の試行回数計29回に対し、所要時間は1回平均56分の短縮を確認した。臨場時間そのものは各工種でわずかに時間延伸となったが、場所打杭施工の段階確認において時間短縮が得られ、全体平均で6分短縮される結果となった。

発注者側においては期待通り往復移動時間の削減が得られる結果となった。また場所打杭施工の段階確認では4回の試行で往復移動時間と臨場時間をあわせて合計9時間もの時間短縮効果が得られた。場所打杭施工の段階確認では、杭芯位置の確認から始まり、掘削機械のセット、ケーシングの鉛直確認、掘削完了時の支持層確認、鉄筋挿入時における継手長確認など多岐にわたる確認作業においてその都度段取り替えや現場作業の待ち時間が生じる。このため従来の現場臨場は長時間あるいは別日、別時間帯に数回の立会を要し、発注者は多くの待ち時間や移動時間を費やしていた。これが遠隔臨場では現場のタイミングで必要なときに確認が可能となり、従来の待ち時間や移動時間が不要となって大幅な時間短縮効果が得られた。

表-2 段階確認等工種別所要時間の比較【発注者】

工種	回数	[発注者]		所要時間	[遠隔]-[従来]	1回平均増減
		従来	遠隔			
材料確認	7回	8.0	4.4	10時間42分	5時間36分	48分短縮
		8.0	5.1	5時間6分		
段階確認 (床掘確認)	6回	15.0	3.5	12時間24分	5時間54分	59分短縮
		15.0	5.0	6時間30分		
段階確認 (架設出形)	8回	9.0	5.3	12時間48分	6時間18分	47分短縮
		9.0	6.5	6時間30分		
段階確認 (場所打杭施工)	4回	2.5	7.5	11時間30分	9時間00分	2時間15分短縮
		2.5	2.5	2時間30分		
その他立会い (残土数量確認)	2回	3.0	0.5	2時間30分	1時間48分	54分短縮
		3.0	0.7	42分		
臨機の立会い (施工支障物)	2回	2.0	1.0	2時間42分	1時間42分	51分短縮
		2.0	0.5	1時間00分		

(2) 所要時間の定量評価と検証【受注者】

受注者における段階確認等の所要時間比較を表-3に示す。準備時間については臨機の立会いで時間短縮が確認できたが、これ以外の工種で時間短縮はなかった。臨場時間は場所打杭施工の段階確認を除いて各工種でわずかに時間延伸となった。

受注者側においては「機材の取り扱いに不慣れで準備に時間を要する」との意見もあったが、回数を重ねることでこれが解消され、準備時間に従来の現場臨場との差

は生じなかった。臨機の立ち会いで所要時間の短縮が得られたのは、従来であれば発注者が到着するまでの待ち時間が削減されたことに加え、写真整理や資料作成の手間が省略できたことに起因する。

表-3 段階確認等工種別所要時間の比較【受注者】

工種	回数	[受注者]		所要時間	[遠隔]-[従来]	1回平均増減
		従来	遠隔			
材料確認	7回	8.0	4.4	12時間24分	42分	6分延伸
		8.0	5.1	13時間06分		
段階確認 (床掘確認)	6回	15.0	3.5	18時間30分	1時間30分	15分延伸
		15.0	5.0	20時間00分		
段階確認 (架設出形)	8回	9.0	5.3	14時間18分	1時間12分	9分延伸
		9.0	6.5	15時間30分		
段階確認 (場所打杭施工)	4回	2.5	7.5	10時間00分	5時間00分	1時間15分短縮
		2.5	2.5	5時間00分		
その他立会い (残土数量確認)	2回	3.0	0.5	3時間30分	12分	6分延伸
		3.0	0.7	3時間42分		
臨機の立会い (施工支障物)	2回	2.0	1.0	2時間30分	1時間18分	39分短縮
		2.0	0.5	1時間12分		

(3) 立会人員構成の定量評価と検証【発注者・受注者】

発注者・受注者それぞれの立会いに要した人員数の比較を表-4に示す。発注者側においては人員数の増減は認められなかった一方、受注者側においては多くの試行で遠隔臨場の場合に1名の人員増が確認された。(比較表の値は平均値を示す。)

受注者側の人員増の要因は、使用する機器や工種によっては映像配信者がこの作業以外の作業(計測作業等)を行うことができず、作業人員を増やして対応する必要が生じたことに起因する。

表-4 立会いに要した人員数の比較【発注者・受注者】

立会い種別	立会い回数	発注者(所要人員)			受注者(所要人員)		
		遠隔	従来	[遠隔]-[従来]	遠隔	従来	[遠隔]-[従来]
材料確認	7	1.00	1.00	増減なし	3.29	2.71	0.58人増員
段階確認 (床掘確認)	6	1.00	1.00	増減なし	2.67	2.17	0.5人増員
段階確認 (架設出形)	8	1.00	1.00	増減なし	2.63	2.25	0.38人増員
段階確認 (場所打杭施工)	4	1.00	1.00	増減なし	4.00	3.00	1人増員
その他立会い (残土数量確認)	2	1.00	1.00	増減なし	2.50	1.50	1人増員
臨機の立会い (施工支障物)	2	1.00	1.00	増減なし	2.00	2.00	増減なし

4. アンケート結果に基づく導入効果の検証

(1) 現場作業性の向上

受注者からのアンケート結果において「始業直後や終業間際などの時間制約に縛られることなく立会依頼が可能となり、作業効率の向上が期待できる」との回答があった。従来は発注者の移動時間等を考慮して立会時間を設定することが多いが、遠隔臨場ではより柔軟に、現場の進捗にあわせてきめ細やかな時間設定が可能となり、

現場作業を無駄に止めることなく確認が行えることがわかった。

(2) 確認精度の向上

発注者からのアンケート結果から、従来の現場臨場の重要性や、机上確認に対する遠隔臨場の優位性が見出された。遠隔臨場では、例えば配筋検査において局所的な鉄筋ピッチの確認は十分可能であるものの、全体の配列・バランスなどといった広い視野で直接見たからこそわかる出来栄のチェックが画面上では確認しづらかった。目的や重要度によって従来の現場臨場と遠隔臨場の使い分けが必要であるとともに、現場臨場の重要性を再認識できた。

また、従来の机上確認では断片的な写真記録とあわせて出来形などを机上で確認していたが、遠隔臨場では連続的かつリアルタイムに確認でき、確認精度の向上が見込める。受注者においても机上確認用に準備する写真記録の作成作業が省略される。

5. 課題整理

ここでは試行実施後のアンケート調査などから抽出された課題を発注者・受注者それぞれで整理し、今後の運用に資するため、課題の要因と論点を示す。

(1) 発注者側の課題整理

前述のとおり、発注者は受注者が現場から配信する映像のみで状況を確認することになるため、カメラで捉え得る情報以外の例えば「構造物の出来栄」や「工区全体の状況」などは十分な確認ができない可能性がある。よって、今後の運用に際しては遠隔臨場システムの適用範囲を工種や立会内容によって精査する必要がある。

表-5 課題整理【発注者】

課題	要因	論点
直接目視しないと十分な確認ができないものがある	カメラ越しではスケール感や仕上がり感が伝わらない	・遠隔臨場で得られる情報と得られない情報の整理 ・適用範囲の精査

(2) 受注者側の課題整理

受注者側においては主に次の課題が抽出された。これは試行を4現場で数多く実施し、さらには各現場で3タイプの機材を使用したからこそ抽出できたものである。

表-6 課題整理【受注者】

課題	要因	論点
映像配信のための人員が必要	一人での計測作業と映像配信が困難	・計測と配信が一人で行えるシステムの選定 ・適用工種の選別
通信障害による臨場時間の延伸	桁下など難受信位置での臨場	・適用工事、適用工種の選別 ・通信契約の選定
機材操作による臨場時間の延伸	・音声、映像の乱れ ・足場上での安全性の確保 ・天候（日光反射でデジタル表示の視認が困難など） ・操作の不慣れ	・ハンズフリーで行えるシステムの選定 ・天候に影響されにくいシステムの選定

6. 総括

遠隔臨場の試行の結果を取りまとめ、定量的な評価を行うとともに効果検証を実施することができた。

発注者側においては確かな時間短縮効果を得られるとともに、段取り替え等を伴う長時間、複数回の確認を要する工種ではその短縮効果が大きくなることが実証された。さらに遠隔臨場は連続的かつリアルタイムに現場確認が行えることから、従来の机上確認に比べて確認精度の向上が見出せた。

受注者側においては時間短縮そのものの効果は得られなかったが、現場進捗を主導としたきめ細やかな立会日程調整が可能となり、現場の作業性の向上が見出せた。

以上のことから、遠隔臨場が建設現場の生産性の向上に寄与できることが確認できた。また一方で、従来の現場臨場との使い分けの必要性を認識するとともに、機材の使用性等にかかわる課題の抽出を行うことができ、今後の運用に資する多くの情報の蓄積ができた。

謝辞：本論文を執筆するにあたり、聞き取り・アンケート調査にご協力いただいた発注者・受注者の各担当者様、ご指導をいただいた新環状道路建設事務所各位に深謝の意を表す。

参考文献

- 1) i-Construction 建設現場の生産性革命 2016年4月_i-Construction委員会
- 2) 建設現場の遠隔臨場に関する試行要領(案)_2020年3月、令和2年度における遠隔臨場の試行について_2020年5月7日事務連絡