

機械工事における建設現場の遠隔臨場に関する取組について

中塚 航平

近畿地方整備局 淀川河川事務所 施設管理課 (〒573-1191 大阪府枚方市新町2-2-9)

工事の施工管理において、出来形管理と品質管理は工事の出来栄を決める大きな要因となっている。それらは発注者による段階確認等によって行われるが、製作工場や工事現場へ発注者が出向き、立会いを行う場合には、移動や日程調整に時間がかかるという問題がある。この問題の対策として、リアルタイムの映像共有による遠隔臨場の試行がなされている。本報告は、福知山河川国道事務所で行った実際の遠隔臨場の取組を通して、利点や課題、およびその対策について、今後の遠隔臨場の試行・推進および実装の一助となるよう整理したものである。

キーワード 遠隔臨場、機械工事、立会、段階確認、業務効率化

1. はじめに

機械工事は設備の設置箇所によって設計条件が異なるため、受注生産の形態を取っている。したがって、規模や数量の異なる製作物が多くの施工段階を経るため、要求される目的・機能を満足する設備を完成させるために、各施工段階において確認・審査が必要となる。機械工事共通仕様書（案）¹⁾で定められた段階確認を行う際、監督職員は臨場を机上で行う事ができるとあるが、より確実な工事の履行を考慮した場合、可能な限り監督職員が実際に臨場する事が望ましい。つまり監督職員が工場まで向かい、現地で段階確認に臨場する事になるが、機械設備はメーカーの製作物となり、工場現場は全国各地に点在している。そのため、発注者としては工場に向かう為に長大な移動時間がかかり、また、そのために受注者側は日程調整等に時間がかかる。これらに対して、業務の効率化を図る為、近畿地方整備局では令和2年3月より遠隔臨場の試行が行われている。

遠隔臨場とは、動画撮影用のカメラ（ウェアラブルカメラ等）とWeb会議システム等を利用し、「段階確認」や「立会」を行うものである。これにより、段階確認の立会いにおける発注者の移動時間の問題は解消され、それに伴い受注者の日程調整が簡易となることが期待される。さらに、現場と発注事務所間でリアルタイムに共有されている映像と音声を記録することで、より適確な工事の履行確認を可能とする。

本報告は、「建設現場における遠隔臨場に関する監督・検査試行要領（案）」²⁾および「建設現場の遠隔臨場に関する試行要領（案）」³⁾を元に、福知山河川国

道事務所で行った六呂川樋門ゲート設備新設工事の遠隔臨場について、今後の遠隔臨場実施の一助となるよう、今回の試行において生じた課題やその対策について整理した。

2. 段階確認（立会）について

機械工事共通仕様書（案）において、監督職員は必要に応じ、工事現場または製作工場において立会いし、また設計図書に示された施工段階において段階確認を行わなければならないとある。確認・検査を行わなければならない施工段階については、ダム・堰施設検査要領（案）⁴⁾に示されている（図-1）。

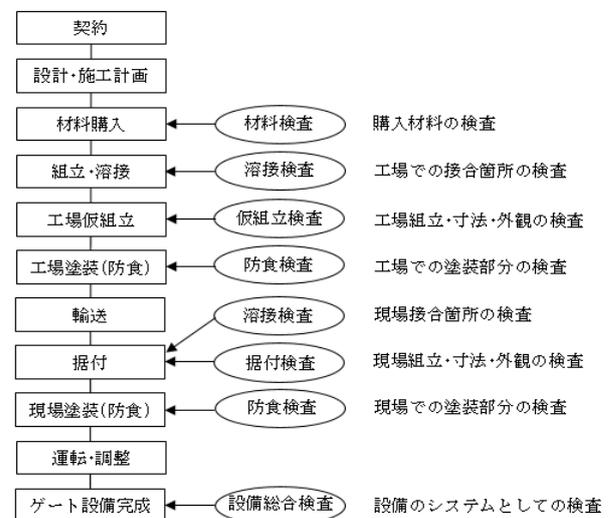


図-1 施工フローでの検査の種類と時期 (一部抜粋)

このように、工場製作と現場据付に分かれる機械工事において、段階確認は工事現場に限らず、製作工場での製作時にも行う。工事現場は各事務所管内にあるが、工場は全国にあり、近畿から見て遠方地域に及ぶ場合が多い。その場合、立会を行う為には移動のために非常に時間がかかるという問題がある。

3. 遠隔臨場

(1) 遠隔臨場について

遠隔臨場とは、受注者における「段階確認に伴う手待ち時間の削減や確認書類の簡素化」や、発注者（監督職員）における「現場臨場の削減による効率的な時間の活用」等を目的とし、動画撮影用のカメラ（ウェアラブルカメラ等）とWeb会議システム等を利用して「段階確認」、「材料確認」と「立会」を行うものである。

今回、遠隔臨場を行ったのは、福知山河川国道事務所が発注した六呂川樋門ゲート設備新設工事における段階確認である（図-2、3）。設計図書にて必要とした項目を以下に示す（表-1）。



図-2 遠隔臨場の様子（事務所）



図-3 遠隔臨場の様子（工場）

表-1 六呂川樋門ゲート設備新設工事 特記仕様書1-1-26 監督職員による確認及び立会等

項目	実施時期	
	工場	現場
材料確認	製作開始前	据付開始前
溶接確認	仮組立完了時	
寸法確認	仮組立完了時	据付完了時
機能確認	仮組立完了時	据付完了時
性能確認	製作完了時	据付完了時
塗装確認	製作完了時	
総合試運転		据付完了時

この内、今回遠隔臨場にて段階確認を行ったものは、工場における溶接・寸法・機能・性能確認である。

(2) 使用機器

遠隔臨場に用いるウェアラブルカメラ等による映像・音声の記録・配信に関する仕様は、「受発注者相互に遅延無く、音声が十分聞き取れ、計測時の目盛りを読み取れるものとする」と定められている。今回はウェアラブルカメラとして「Safie Pocket2」⁵⁾を使用した。Safie Pocket2を選択した理由は、所定の仕様を満たし、かつクラウド録画が可能であり、令和2年3月に機器およびシステム事例として示されている中より、今回工事の受注者が普段使用しているものを選定した。Safie Pocket2の仕様を以下に示す（表-2）。令和2年5月通達とは、「遠隔臨場の試行について」⁶⁾に示されている参考仕様である。通信環境及び映像による目的物の判別が可能であることを勘案し、試行要領での仕様と比較して仕様条件を一定まで落とす事が出来るとされている。

表-2 使用機器 仕様比較

項目	令和2年5月通達	Safie Pocket2
画質	VGA(640×480)	HD(1280×720)
フレームレート	15fps以上	最大30fps
ビットレート	1Mbps	1~1.5Mbps程度
音声通話	モノラル1ch以上	モノラル1ch

4. 試行結果・課題および対応

(1) 時間の効率化

a) 移動時間

今回の試行では、段階確認は二箇所に分かれており、一度目は福岡県古賀市の工場、二度目は香川県綾歌郡の工場にて行われた。仮に福知山河川国道事務所から製作工場まで向かい現地での立会を行った場合、移動時間としてそれぞれ片道約5時間半と4時間半かかり（公共交通機関を使用）、往復で約10時間必要となる。遠隔臨場の場合、福知山河川国道事務所福知山出張所で行ったため、これらの移動にかかる時間は解消され、移動時間の面では遠隔臨場に大きな時間的利点があると言える。

b) 手待ち時間

遠隔臨場を行う事によって期待される効果の一つとして、受注者の手待ち時間（発注者の確認待ちや移動待ち等）の削減がある。しかし、現地での立会と遠隔臨場で確認事項が変わるわけではなく、また、受注者からは、感覚的に手待ち時間の変化は無かったとされる意見があった。ただ、遠隔臨場によって工場と現場の執務室間の移動が不要になる為、わずかではあるが時間的な効率化に寄与したと考える。

c) 段階確認を行う時間

実際にカメラを用いて製作物の確認を行う際にかかる時間については、測定機器の目盛りを確認する際や溶接確認を行う際に、映像を通しての確認を肉眼で確認する様に進める事は困難であり、現地での立会による確認と比較して時間がかかったと考える。

溶接確認として、溶接部の脚長やのど厚を計測する以外に、オーバーラップや割れ、クレータ等が無いかの確認も行う。これらを現場での立会いで行う場合は、寸法の確認の最中や、その場の監督職員が手分けすることで見てまわることによって、効率的に全体を確認することが可能であるが、遠隔臨場では目線が制限され、溶接部分をすべてなぞるように映像に写す必要がある。また、再確認したい場所の指示も、現場での立会いであれば指さしと指示語のみで可能な場面が、遠隔臨場の場合、意思疎通が上手くいかず、何度も見直しの指示をすることとなり、非常に時間がかかった。

これらに対する今回の対応としては、その場の監督職員の人数を最多としてカメラとディスプレイの台数を増やし、それぞれで別箇所の確認を行うことで効率化を図った。具体的には、現場のスマートフォンを通して、Skypeを使用することで簡易的にカメラの台数を増やした。

(2) 見やすさについて

a) 測定機器の読み取り

カメラを用いた映像共有では、レベルを用いた平面度の計測時に計測値の確認を行う事ができない。カメラでレベルのレンズをのぞき込み、目盛りを確認する事ができないためである。

今回の対応としては、レーザーレベルを用い、曲尺にレーザーを投影することで平面を可視化し、平面度の確認を行った(図4)。

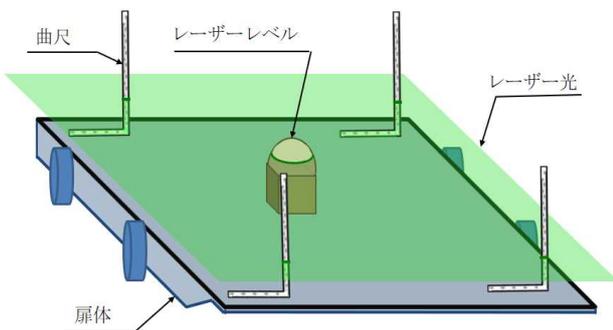


図4 レーザー投影による平面度の確認

また、寸法等の確認の前に、事前に共有される校正証明書等と測定機器の型番等と比較することにより、測定機器の校正確認を行う必要がある。しかし、測定機器にテープライター等で型番等が貼られている場合は問題無

く確認ができるものの、直接刻印されている場合、識別番号の確認が困難であった(図-5)。



図-5 測定機器 校正確認(型番確認)
(左:刻印 右:テープライター)

計測結果を測定機器の目盛りを見て確認する際も、型番の確認時と同様に、デジタル表示される、もしくは目盛りが印刷されている測定機器は問題無く確認ができたが、測定機器に直接目盛りが刻印されているもの(溶接ゲージやアナログノギス等)は、目盛りを確認する事が困難であった(図-6)。

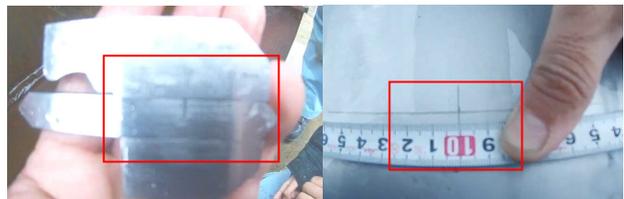


図-6 目盛り確認
(左:溶接ゲージ 右:コンベックス)

これらに関しては複数の対応方法をとった。まず、アナログ表示の測定機器をできるだけ使用せず、デジタル表示が可能な測定機器を使用することで、読み取りやすくした。また、同じ解像度の映像であっても、ディスプレイの明るさを調整することで見やすさはかなり改善された。時間的な効率化を図るために追加したスマートフォンとSkypeを用いた映像が、Safie Pocket2と比較してより見やすく、目盛りの確認がより容易となった。



図-7 目盛り確認改善後(溶接ゲージ)

b) 溶接・外観確認

溶接確認として、上述のようにクレータ等が無いかの確認を行うが、ウェアラブルカメラを通しての映像では、光の当たり具合などにより、窪みとして確認を指示したところ、隆起であった等の状況が多々発生した（図-8）。



図-8 溶接部の隆起

対処法として、時間はかかるものの、疑わしき箇所は全て溶接ゲージ等による計測を指示することで状況の確認を行った。

(3) 作業の簡素化について

遠隔臨場は、時間の効率化の他に、必要な作業の簡素化も期待される。

一つ目に、確認書類の簡素化が挙げられている。しかし、検査要領書に関しては、現場立会いと遠隔臨場で確認項目が変化するわけではなく、また、試行要領に基づいた施工計画書が必要になる等、今回の試行では遠隔臨場による確認書類の簡素化は感じられなかった。また、受注者からは、感覚的に書類関係の簡素化は無かったとされる意見があった。

次に、日程調整のしやすさが挙げられている。現場での立会いを行う場合は、現場までの長大な移動時間等により、他業務との都合に大きな制限がかかることで、受発注者および工場の段階確認可能なタイミングを調整するために数週間もの時間が必要になる事もあり、調整ができず机上で済みます場合もある。しかし、遠隔臨場を行う事で移動時間による制限が無くなり、工場の製作物が段階確認可能な状況となった時点で自由な日程調整が可能になった。今回の試行では、直前での時間変更や、調整を行ってから4日後に段階確認を行うなど、柔軟な対応を可能とする事が実感できた。また、このように日程調整が容易になることによって、製作工場において段階検査可能となるタイミングと、段階確認を行う時期の間隔を短くすることも可能となり、工事の進捗として手待ち時間を減らすことができると考える。

5. おわりに

本取り組みを通じて、遠隔臨場における利点と課題、その対策について、今後行われる同様の試行もしくは実装の一助となるよう整理を行った。

試行する工事によって工場の場合は様々であり、削減できる移動時間等の差は大きいと考えられるが、遠隔臨場には大きな時間的利点があると同時に、映像の見にくさや指摘のしづらさ等の課題もあった。しかし、これらの課題は、結果的に時間がかかるという欠点に言い換えることができ、移動時間の削減がなされることを考慮すると、総合的にみて遠隔臨場は業務の効率化に寄与できたと考える。

遠隔臨場により日程調整が容易になれば、机上で数字を追うだけでなく監督職員が受注者と会話ができる状態で製作物を見ながらの確認を行うことができる機会が増え、若手職員の技術力向上にも役立つと考える。

また、遠隔臨場は、業務効率化以外にも効果を発揮する。人の移動する機会および時間を大きく減らすことは、2020年1月より、日本だけでなく世界で猛威を振るっている新型コロナウイルスの感染対策にも繋がるといえる。

※本稿は著者が福知山河川国道事務所防災課所属時の業務内容である。

謝辞：本稿の執筆にあたり、日東河川工業(株)の関係者には資料提供等の面で多大なご協力いただきました。また、淀川河川事務所・福知山河川国道事務所およびその他関係職員の皆様には多方面からご指導・ご助言をいただきました。深くお礼申し上げます。

参考文献

- 1)機械工事共通仕様書(案) 令和3年3月 国土交通省 総合政策局 公共事業企画調整課
- 2)建設現場における遠隔臨場に関する監督・検査試行要領(案)(機械工事編) 令和2年3月 国土交通省 総合政策局 公共事業企画調整課
- 3)建設現場の遠隔臨場に関する試行要領(案)(機械工事編) 令和2年3月 国土交通省 総合政策局 公共事業企画調整課
- 4)ダム・堰施設検査要領(案)(同解説) ダム・堰施設技術協会
- 5)safic pocket2 セーフィー株式会社 <https://safic.link/pocket2/>
- 6)令和2年度における遠隔臨場の試行について 令和2年5月 大臣官房技術調査課