

遠隔臨場システムを活用した掘進長の確認(試行)について ～砂防事業の生産性向上に向けた取り組み～

山崎 卓也¹・宮下 洋史²

¹近畿地方整備局 六甲砂防事務所 (〒658-0052兵庫県神戸市東灘区住吉東町3-13-15)

²株式会社日本インシーク 地盤調査部 (〒541-0054大阪府大阪市中央区南本町3-6-14)

砂防事業では堰堤設計に必要な地質調査のため、多くのボーリングが実施されており、掘進長の確認(検尺)は、共通仕様書に基づき、原則として監督職員の立会が必要とされている。しかし、山間地で移動に時間を要する場所が多く、個々の地盤条件が異なるため、検尺日時を事前に決めるのは困難であり、手待ち時間が生じることで、工期を圧迫することもある。

六甲砂防事務所では、令和2年度の既設砂防堰堤調査において、遠隔臨場システムを活用した掘進長の確認を試行的に実施し、受発注者の生産性の向上を図るとともに課題を明確にした。

キーワード 遠隔臨場システム、砂防事業、生産性向上、リモート検尺

1. はじめに

六甲砂防事務所は、昭和13年の阪神大災害を契機に開設され、砂防堰堤やグリーンベルトの整備等の砂防事業を行っている。現場は神戸市等の市街地に隣接しており、市街が山腹にまで迫っているため道路が極端に狭い等、アクセスが簡単ではない。

地質調査の機械ボーリングでは発注者による掘進長の現場立会を行うが、山地では移動に時間が取られる上に、地質の状況次第で予定が立てにくく(地盤の急な変化や掘進作業の遅れによる待ち時間が発生)、立会待ちに伴う現場作業の手待ちもしばしば発生する。

本報告は、遠隔臨場システムを活用した掘進長の確認(以下、リモート検尺と言う)の実施状況とその効果について、砂防事業の生産性向上の観点から報告するものである。

2. 地質調査における立会状況の実態

機械ボーリングによる掘削は、ボーリングの目的および予想される地盤構成をもとに事前に取り決めた掘止条件を満足する深度で終了としている。掘進長を確認する作業を検尺と言い、地質調査における主要な立会であるが、立会を予定する際の課題として以下の点が挙げられる。

a) 工程の不確実性

例えば支持層が想定より深い(または浅い)ことで、予定の深度で掘り止めとならないことも多い。掘削時に孔内で発生する様々な事象(硬質な玉石や破碎帯を掘削する際の極端なスピード低下、孔壁崩壊等防止のための保護管挿入に時間を要する等)や天候その他の理由によっても工程が流動的となる(予定が立てにくい)。

b) 現場作業の手待ち

検尺深度立会の日時は、受発注者間で事前に予定し、掘止深度到達日時がほぼ確実になった後に最終調整を行うことが多い。しかし、発注者側に様々な予定があり、受注者側が希望する日時に検尺の立会が行えるとは限らない。そのため、作業の手待ちが多少なりとも発生し、2日程度となることもある。これは、後の工程にも影響を与えることがある。

c) 自主検尺の問題点

日程調整が難しい等の理由で発注者の立会ができない場合、受注者側のみで掘進長の確認(自主検尺)を行い、立会検尺で監督職員が現地で確認する作業(コアの確認、残尺の確認、ロッド・コアチューブの引き抜き状況の確認、掘削深度の検尺)を受注者側で責任をもって実施し、後日写真等で報告を行う。しかし、検尺は数量変更の根拠となる重要な確認作業であるとともに、発注者が各ボーリング孔の状況を現地でコア、スライム、周辺地盤の露頭や掘手へのヒアリングなどとともに確認することができる貴重な場であり、可能な限り立会して実施することが原則である。

3. 試行に至った経緯

前述の実態に加えて、リモート検尺を試行した業務は、既設砂防堰堤の健全性を確認する調査で、11堰堤で23本とボーリング本数が多い。河川区域内の調査を非出水期に行う必要があったためタイトな工程となっており、検尺に伴う待ち時間の積み重ねは現場作業の工程に大きく影響することが懸念された。そのため、最大三班体制で掘削を行ったが、効率的な管理手法が求められた。そこで、遠隔臨場システムを活用した情報共有手法が生産性を向上させる一手法と成り得る可能性に注目し、検尺を含めて実施できないかと受注者が提案し、発注者が試行として了承して、実施に至った。

4. リモート検尺

リモート検尺は、カメラと音声ネットワークで結ぶ遠隔臨場システムを活用し、事務所で在席の監督職員が現場から送られる映像をパソコンで見て、掘進長の確認を行う方法である。今回は、映像通信技術に遠隔現場支援システム（NETIS登録番号：THK-180002-A）を採用し、現場管理者による作業状況の撮影には写真-1、2に示すメガネ（以下、スマートグラスと言う）を使用した。



写真-1 リモート検尺に使用したスマートグラス



写真-2 リモート撮影器具の装備状況

5. リモート検尺の実施状況

(1) 1回目：西谷堰堤No.2で実施（12月2日）

本堰堤は、駐車場所から急な斜面を約40m下った溪流に位置する。

ボーリングの進捗および受発注者間の調整により、検尺が夕方の実施となったため、暗い（光量が弱い）通信画像となり、事務所側のパソコンでスムーズな確認が行えないという問題が生じ、現場の光量不足対策の必要があると分かった。

また、ロッド引き抜き後の残尺位置が、画質や視点の移動で分かりにくかったが、ロッドやコアチューブの対象の下に紙を敷くと事務所側の視認性向上に繋がるなど改善点も見出すことができた。

(2) 2回目：東谷堰堤No.1で実施（12月8日）

本堰堤は、駐車場所から約60mにある登山道入口から約140m足元の悪い山道を登った溪流に位置する。堰堤上へは、さらに約3mの高低差を梯子で登る必要がある。

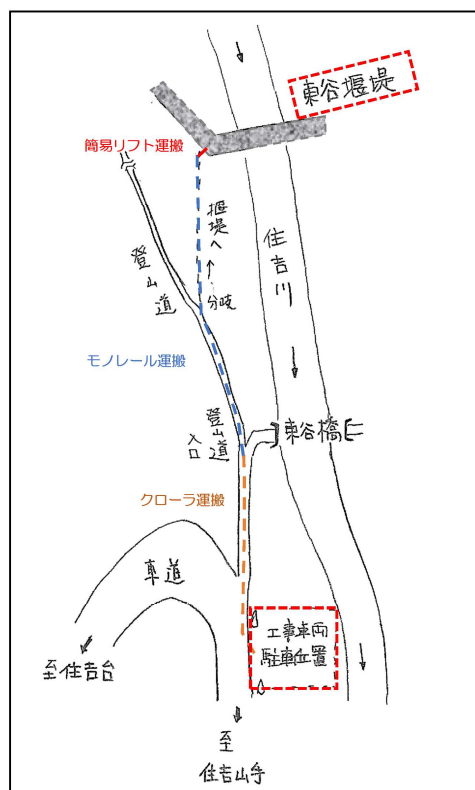


図-1 東谷堰堤へのアクセス

午前中の明るい時間帯での実施であったこともあるが、孔口部分のロッドに蛍光テープを巻き付け、用意したライトで照らすことで、光量の問題はクリアされた。

また、ロッドやコアチューブの下に用意した白い紙を敷いたところ、事務所側での視認性が向上した。

一方で、視認性の更なる向上には、リモート撮影の際にスマートグラスを着用している人が動き回らないこと（画像が揺れて事務所側の確認者の目が回るため）、

作業を行うことは作業補助者に任せ、一つ一つの作業を確認しながらゆっくりと説明することが必要と分かった。スマートグラス装着者、現場での作業員、事務所で指示を出す者、それぞれがスマートグラスの特性を理解し、丁寧に説明しながら行動するための習熟が必要と判明した。



写真3 白い紙を敷くことで通信映像の視認性が向上

(3) 3回目：東谷堰堤No.2で実施（12月10日）

東谷堰堤No.1で課題となった視認性については、リモート撮影者の立ち位置を事前に確認し、残尺～ロッド・コアチューブの引き抜き～検尺用意（ロッド・コアチューブを標尺棒と共に並べ、チョークでロッド等の長さや残尺部分を示す作業）の実施状況を、撮影位置を大きく変えないように工夫して撮影する等改善を図った。また、リモート検尺実施手順（受注者が作成）を用意し、現場からの説明を一つ一つの作業に対して、ゆっくりと丁寧に行った。メンバーの習熟により、検尺作業自体は30分程度で終了することができた。

(4) 4回目：神呪^{かんのう}堰堤No.1で実施（12月22日）

リモート検尺の実施がタ方となったが、蛍光テープをロッドに巻き付けライトで照らすことで、視認性の問題は生じなかった。

リモート検尺に使用している遠隔臨場システムは、アプリケーションのインストールが必要であり、発注者側の行政パソコンへのインストールができなかったため、前回までは受注者が持ち込むノートパソコンの画面で確認作業を行っていた。しかし、小さい画面は大人数での確認に適していないため、今回は事務所にあるモニターに接続し、モニター画面とノートパソコン画面の2映像で確認作業を行った。その結果、大きなモニターを使うことで、状況の把握が格段に容易となった。



写真4 リモート検尺の実施状況（六甲砂防事務所にて）

6. 今回の成果

一定期間に集中して複数の堰堤で次々に検尺となる中、リモート検尺を実施することで下記の成果が得られた。

a) 生産性の向上

掘り止め深度に到達して直にリモート検尺を実施できたため、通常の立会検尺で多少なりとも発生する作業の手待ちが全く発生しなかった。リモート検尺を実施して監督職員のスケジュール管理が効率的になり、検尺の度に半日を要するということが無くなった。現場側の作業予定も立て易くなり、生産性が向上するとともに、工程に余裕が生じた。

b) 現場情報の共有と意思決定の迅速化

検尺作業の可視化に加え、コアと露頭の関係の説明等をリモートで行い、現場立会時にしか知り得ない細かい情報をリアルタイムで共有できた。立会検尺では一人の監督職員へ説明を行うことになるが、リモート検尺では同時に大勢の関係者での確認や共有が可能である。そのため、設計・工事担当者の参加や意見交換まで行うことができ、同時に議論を進めて結論も出せることがある（意思決定の迅速化を図れる）という効果も分かった。

c) 安全性の向上

砂防の現場は、足元が悪い、歩く距離が長い、急登・急降下といったアップダウンがあるなど、安全性に配慮が必要である。写真-5は東谷堰堤の現場状況で、栈橋を渡り梯子を登って堰堤上へ到達する。現場検尺立会時には作業員に加えて監督職員の安全確保にも配慮する必要があるが、労働災害発生抑止にも間接的に貢献できた。



写真-5 東谷堰堤の現場状況

の技術者が対応する形となり、今回の六甲砂防事務所のような利便性の良い事務所では大きな負担にはならないが、遠方の事務所の場合は工夫が必要である。現場の対応は、慣れることで1名での対応が可能になると思われる。事務所の対応として、例えばWebを利用して遠隔臨場システムを発注者側のパソコンでも利用できて監督員が操作できるようになると、通常の立会検尺と同様の人員配置でリモート検尺を実施することができ、更なる効率化が期待できる。

c) 発展性

遠隔臨場システムは、地質調査の分野の中でも、調査位置の決定や地質リスクの確認等、リモート検尺以外でも適用可能と思われる。

また、遠隔臨場システムは災害現場での活用などで有望な技術とされており、検尺をはじめとした通常業務の中で使用に習熟することは災害時の迅速性や効率性にも大きく役立つと思われる。

システム自体も日進月歩で進化しつつ、安価になってきている。組織での採用や訓練を検討する時期ではないだろうか。

7. 課題と今後の展望

今回の試行によって前述の成果が得られた一方で、遠隔臨場システムを活用したリモート検尺を普及させるための課題も残った。

a) 通信機器の工夫

携帯電話の4Gのテザリング機能を使用してリモート検尺を実施したため、電波が通じない（または安定した電波が得られない）2堰堤（山脇上流、亀の滝上流）には適用できなかった。衛星電話などを利用することで解決可能と思われるが、衛星電話の利用料や速度の点が課題となる。

b) 更なる効率化

現場に2名（スマートグラスを掛けてリモート撮影を行う者とライトで照らす等の作業の補助者）と、事務所に1名（ノートパソコンで遠隔臨場システムを操作する者）を配置して、リモート検尺を実施した。同時に3名

8. まとめ

リモート検尺を試行的に実施し、関係者の積極的な取り組みにより、砂防事業の生産性の向上に繋がる成果を得ることができた。もちろん、リモートだけでは現場の状況を知るには不十分であるが、コストとパフォーマンスのバランスを考慮して様々な適用方法を受発注者間で検討することで、リモート検尺の普及に繋がるものと思われる。

謝辞：リモート検尺の試行において、六甲砂防事務所の皆様から貴重な意見をいただき、短期間での改善と今後の展望に繋がりましたこと、深く御礼を申し上げます。