

黒部奥山(山間僻地)での情報通信技術を活用した施工管理について

工事名：R 1 黒薙川第 4 号砂防堰堤改築他工事

受注者：大高建設株式会社

現場代理人：大海寺 亮介

○ 監理技術者：湯上谷 尚

1. はじめに

本工事は黒部川の支流で上流域に位置する黒薙川にて砂防堰堤を新設および一部改築する工事である。一般の方々の目に触れることが殆どない場所での施工が主となる。

厳しい環境・条件下での施工となるため、従来より若手技術者や女性技術者の起用は難しいところであった。しかし、近年、情報通信技術(ICT)の活用により、作業の高速・高精度・遠隔化が可能となり施工管理の方法、働き方が大きく変わってきている。

本文では、黒部奥山(山間僻地)という特殊条件下での施工において実際に取組んだ施工管理の方法について報告するものである。



図1. 黒薙地区全体図 (出典:GoogleEarth)

2. 工事概要

- (1) 工事名：R 1 黒薙川第 4 号砂防堰堤改築他工事
- (2) 施工箇所：富山県黒部市宇奈月町黒部奥山国有林(黒薙川)地先
- (3) 工期：令和 2 年 4 月 18 日 ~ 令和 2 年 12 月 25 日
- (4) 工事内容

【黒薙川第 4 号砂防堰堤】(改築)

- ・コンクリート堰堤工
 - コンクリート : 624m³
 - 型枠工 : 143m²
 - 弾性板(ラバースチール)設置 : 93m²
- ・構造物撤去工
 - コンクリート取壊し : 301m³
- ・仮設工
 - 砂防仮締切 : 1 式

【黒薙川第 2 号下流砂防堰堤】(新設)

- ・コンクリート堰堤工
 - コンクリート : 934m³
 - 型枠工 : 290m²



写真1. 黒薙川第4号砂防堰堤(施工後)



写真2. 黒薙川第2号下流砂防堰堤(施工後)

3. 現場条件の把握

本工事の施工は黒部奥山に位置することから、人員移動および資材運搬は専用の鉄道を利用してとなる。そのため鉄道の開業期間である5月中旬～11月下旬までの限られた期間内のみ施工が可能となる。また、黒薙川の上流は二股に分かれていることから、山間部の広い範囲での降雨時には水が集まり河川が急激に増水するなど河川内作業における安全面の確保が強く求められる工事であった。



写真3. 降雨時の河川増水状況(黒薙川第4号砂防堰堤)

【第4号砂防堰堤(改築)の現場特性】

当該堰堤は、完成してから約20年余りの歳月が経っている。永年の河川流下によりコンクリート堰堤が複雑な形状に摩耗している状態であった。しかし、河川内であることから現場には多量の土砂が堆積しており、詳細な摩耗状況を把握できない状況であった。そこで本工事にて状態を調査し再設計の検討が必要となった。そのため、限られた期間内での現状の早期把握・早期設計での施工が必要となった。



写真4. 着手前の状況(黒薙川第4号砂防堰堤)

【第2号下流砂防堰堤(新設)の現場特性】

当該堰堤は別工事が施工中の状況であった。そのため、本工事での施工可能期間は限られた状況であり、掘削機械等の施工機械の台数が制限されるなど、特殊環境下での施工となることから工程調整や黒薙地区全体の施工状況を的確に把握する必要がある。



写真5. 堆積土砂の除去後(摩耗状況の確認)

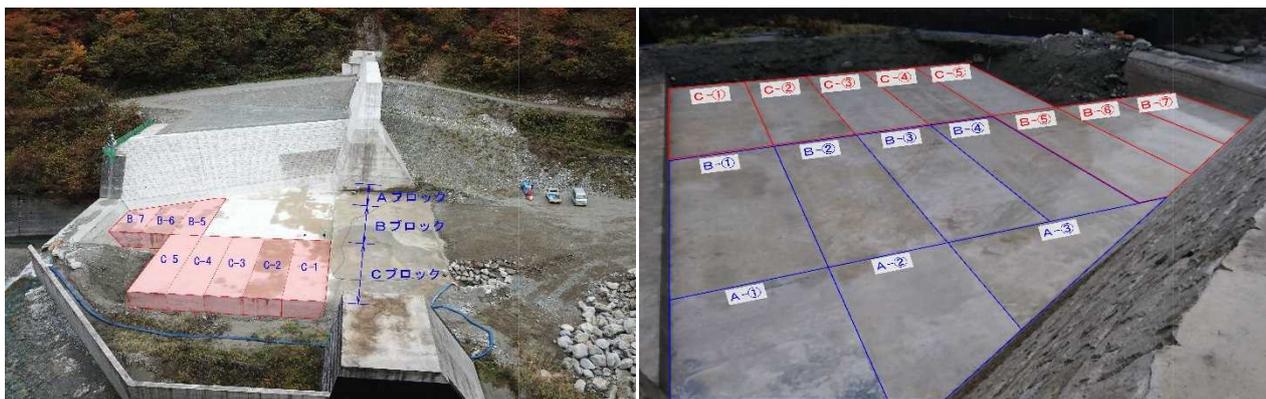


写真6. 本工事施工範囲(黒薙川第2号下流砂防堰堤) < 赤色:本工事 青色:別工事 >

4. 情報通信技術（ICT）を活用した施工管理

①：同時通信技術を用いた「遠隔臨場」の実施

本工事の施工箇所までの移動には専用の鉄道を利用する必要がある。そのため、発注者が「段階確認・材料確認・立会い等」を実施する際には現地に赴くために多くの時間を移動に要していた。また、現場においても、立会い等の実施可能時間が鉄道の時刻表によって定められてしまうため手待ち等の大きなロスが発生していた。さらに、工事現場は山間僻地であることから施工者は宿泊を伴い施工している。そのため「新型コロナウイルス感染症(COVID-19)」の感染拡大防止の第1は「持ち込まない」ことであり、不特定多数の方と同乗する鉄道の利用を控え、人との「接触」をできるだけ少なくすることが最大の予防となる。これらのことから受発注者間の業務の効率化と「新型コロナウイルス感染症(COVID-19)」の感染拡大防止として「遠隔臨場」を実施した。



写真7. 遠隔臨場による材料確認状況(受発注者間)

本工事では現地にて原石を採取し現場プラントにてコンクリートを生産する。コンクリートの品質を確認するために受注者で圧縮強度試験を実施する必要がある、今までであれば臨場するために現場から試験場まで移動し試験を行っていたが、同時通信技術を活用した「遠隔」にて確認を実施することで移動時間が削減し業務の効率化となった。

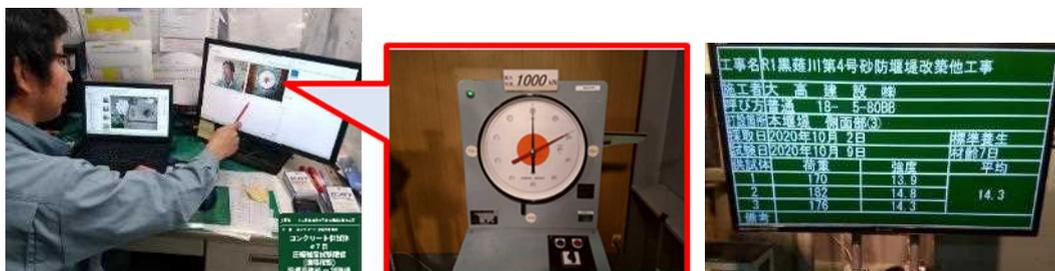


写真8. 遠隔臨場によるコンクリートの品質確認状況(現場事務所⇄試験場)

従来であれば、現地での確認時間が10分程度の内容でも、移動時間を考慮すると半日単位の時間を要していた。「遠隔臨場」を実施したことで、これらの時間が大幅に削減され受発注者共に業務の効率化へと繋がる結果となった。また、河川増水時の現場状況の報告や緊急時の打合せなど多くのことへの活用が可能であった。

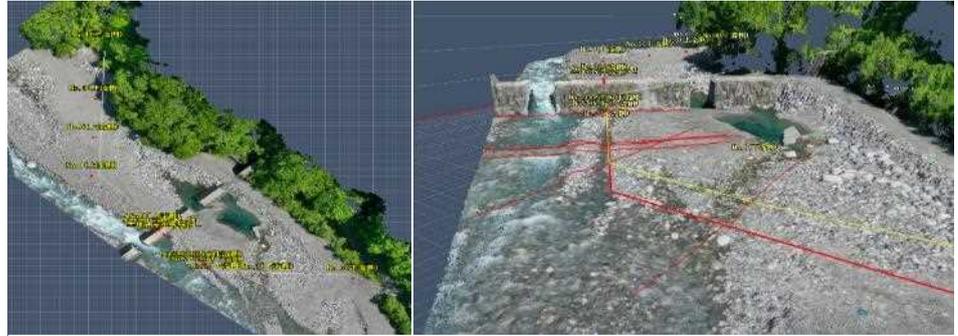
②：無人航空機による写真測量と T L S (地上レーザースキャナ)による高精度・高速測量の実施

【無人航空機(ドローン)による空中写真測量】

本工事の施工は主に河川内での作業となる。仮設工(砂防仮締切)の施工を含めると広い範囲での測量が必要となる。そのため、T S (トータルステーション) 器機等を用いた通常横断測量では時間(日数)と人手が多く掛かることが懸念された。また、急な天候悪化や降雨による河川増水など安全性の確保も課題であった。これらの条件より「無人航空機(ドローン)による空中写真測量」を実施し、現地作業時間の削減による作業の効率化と安全性の向上を図った。



写真9. UAV測量状況



画像1. 点群データ(横断データ抽出状況)

【T L S (地上レーザースキャナ)による 3次元形状計測】

黒薙川第4号砂防堰堤の各構造物(本堰堤・水叩工)は非常に複雑な形状に摩耗している状態であった。正確な摩耗状況を把握するため「地上型3次元レーザースキャナ」による高精度形状計測を実施した。これにより広範囲にわたる現地データ(点群データ)を取得することで復旧範囲の検討・提案に活かすことができた。また、当該堰堤は永年の河川流下に伴い摩耗したもので、その形状や状況のデータは非常に貴重なものであると考えられた。さらに、広い範囲の現況データを取得したことで当初の計画には含まれていなかった「副堰堤」の摩耗状況も確認でき早期把握・設計・施工に繋げることができた。

(本堰堤)



(水叩工)



(副堰堤)



写真10. 各構造物の摩耗状況(黒薙川第4号砂防堰堤)

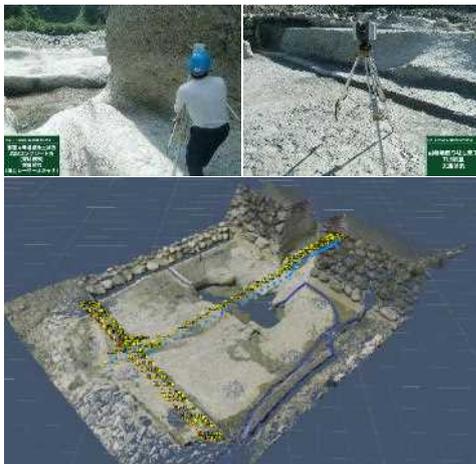


写真11. TLS測量状況

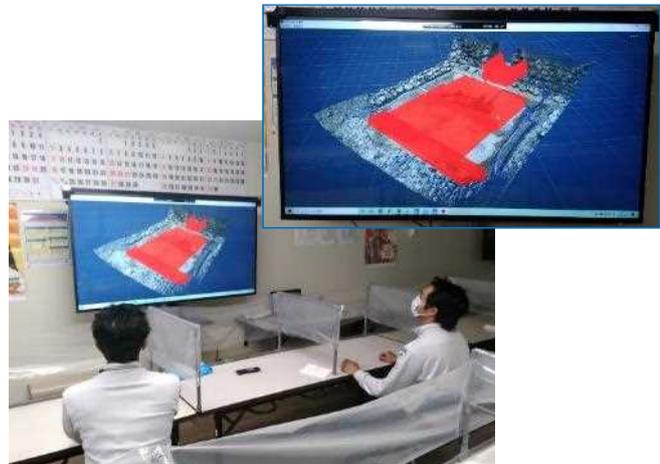
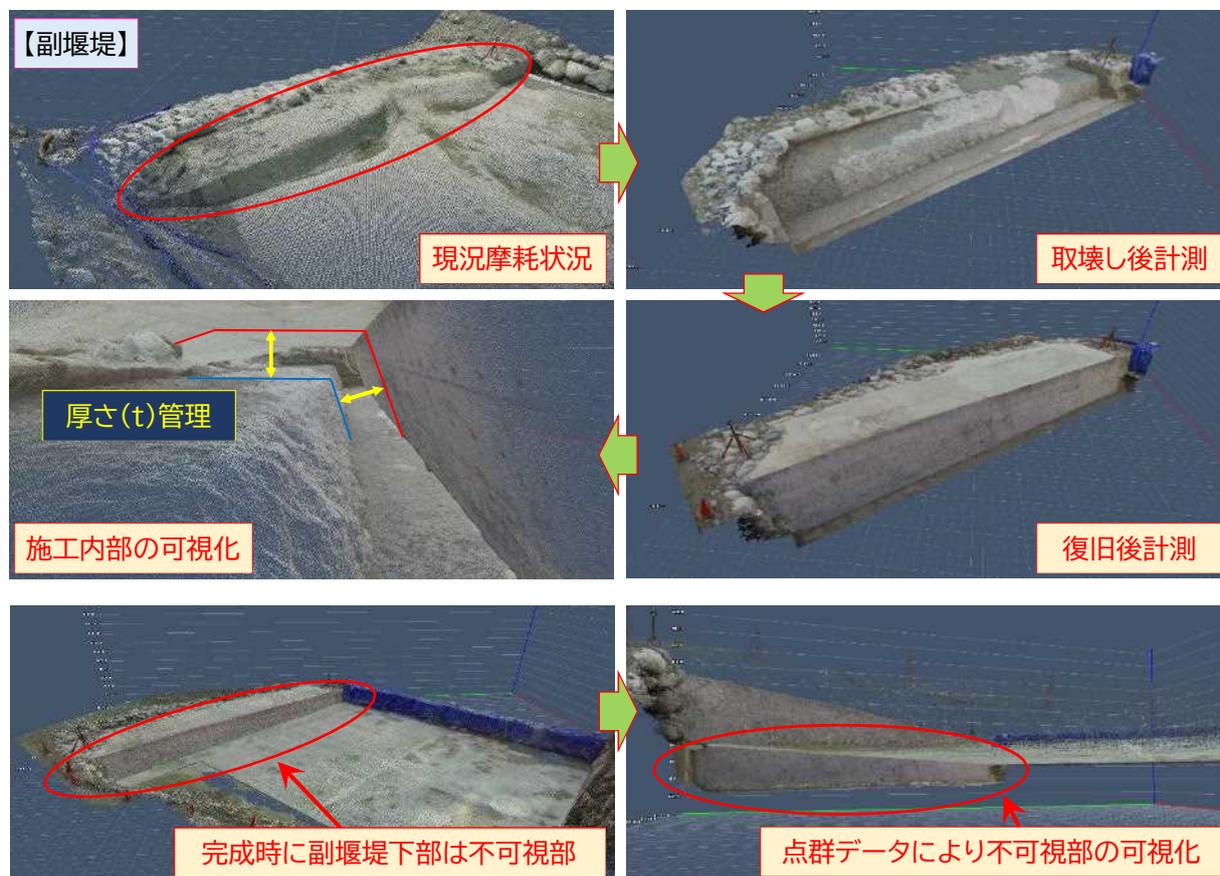


写真12. 3次元データを活用した復旧範囲の「見える化」

出来形管理においても T L S (地上レーザースキャナ)による計測を活用している。摩耗部のコンクリートの復旧にあたっては、構造物の品質・機能性を維持するため所定の厚さを確保できるところまで取壊し、その後に復旧コンクリートを打設している。そのため、復旧コンクリートの厚さや副堰堤の下部は「不可視部」となる。そこで、各段階において構造物形状を T L S (地上レーザースキャナ)にて計測し可視できない「厚さ(t)」の出来形管理を「3次元計測技術を用いた出来形計測」として実施した。



画像2. 各段階での点群データ(出来形管理・不可視部の可視化)

今回は「無人航空機(ドローン)による空中写真測量」と「地上型3次元レーザースキャナによる形状計測」による測量・計測を実施したが、これらの最大のメリットは「現場作業時間の短縮」である。

従来の測量であれば、現場での作業に多くの時間を要する。しかし、本工事で使用した T L S 測量機器は最新のものを使用している。従来であれば1回の計測に30分程度かかっていたが、今回使用した計測機は約3分程度と作業時間が10分の1ほどに減っている。これにより、隅々まで広い範囲を計測しても現場での作業時間を大幅に削減することが可能となった。

その一方で、現地で計測したデータの解析処理および抽出する「屋内作業」には時間が掛かっている。しかし、現場の特殊性を考慮すれば「現場作業時間の短縮」は非常に効果的である。これは、黒部奥山での工事は現地までの移動時間が長いことや宿泊を伴う作業であることなど、厳しい環境・条件下での施工となるからである。そのため、従来より若手技術者や女性技術者の起用は難しいところであった。しかし、測量機器・技術の発展や情報通信技術(ICT)の活用により作業の高速・高精度・遠隔化が可能となり、データ解析等の「屋内作業」は現場事務所以外でも可能となっている。本工事中においても現場で計測したデータを本社へ送信し解析するなど業務の平準化を図り、時間外作業の軽減など「働き方改革」への取組みとなった。また、3次元データを活用することで完成イメージの「見える化」となり経験の浅い若手技術者や現場作業者の理解向上へと役立てることができた。

③：気象情報の早期把握と Web カメラによる現場状況の確認について

本工事の施工にあたっては、現地に宿舎を設け宿泊を伴っての施工であった。そのため、台風や大雨などの悪天候が予想される場合には専用鉄道の運休や現地道路の崩壊等による孤立の危険があることから、安全性を考慮して事前に下山するなどの安全対策を実施する必要があった。そのため、**周辺の気象状況の取得と下山中における現場状況の早期把握が課題となる工事**であった。

そこで、安全建設気象モバイル「KIYOMASA」(NETIS:KT-100110-VE)による現場周辺のピンポイント気象情報の早期把握と現場に「Web カメラ」を設置することで悪天候時や休日等には現地に行かなくてもスマートフォンやパソコンで現場のリアルタイム状況を確認できる環境を整備した。また、現場カメラの映像を本社にて映し出すことで**会社全体において現場状況を把握・共有し安全に対する監視体制の強化**とした。



写真13. 気象情報の確認(現場)

写真14. 現場カメラ・気象情報のモニター設置

5. おわりに

本工事のような山奥の河川内での作業が主となる工事では河川増水時の現場状況の早期把握、受発注者間のスピーディーな打合せや情報共有が強く求められる。河川の異常出水の影響による工程の遅延(36日間)や専用鉄道の運休による「工事一時中止」(16日間)など、黒部奥山という特殊な環境下で施工することの厳しさは多々あったが、それらを挽回する方法・可能性もまた無限大であり工事の完成に至れることは技術者冥利に尽きる。工事全体において監督職員や協力業者の方々のご支援により無事故で工事の完成に至ることができた。今後も様々な工夫を実践し、果敢にチャレンジしていくことで安全性・生産性の向上と働きやすい建設業に繋がるよう努める所存である。

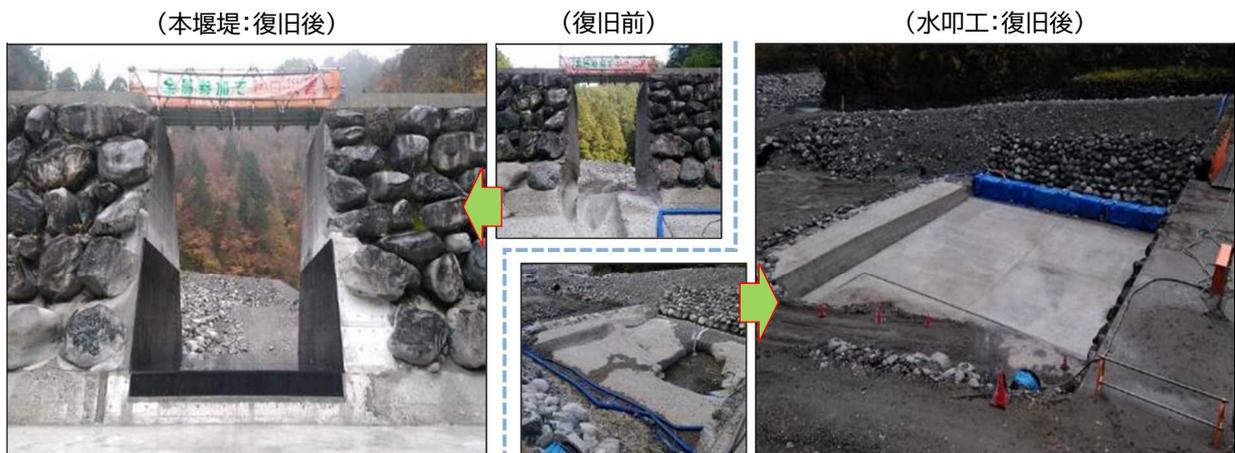


写真15. 構造物の復旧完了(黒薙川第4号砂防堰堤)