

より良い無人化施工への取り組み

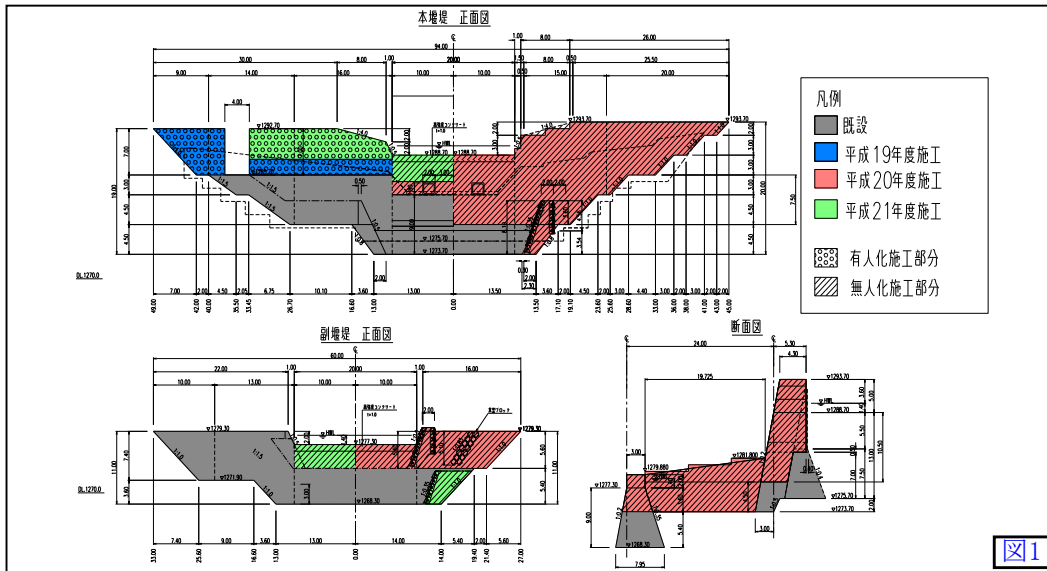
蒲田建設(株) 白谷第6号砂防堰堤工事
(工期：平成19年9月12日～平成21年10月30日)

現場代理人 ○中田 圭介
監理技術者 平田 美年



1) はじめに

当現場は、平湯川支流白谷の砂防堰堤及び護岸工の3年契約の国債工事です。現場は中部山岳国立公園内に位置し、活火山焼岳の麓、上流部には大崩壊地があり土石流の頻発する溪流で不安定な土砂が大量に堆積し、6号砂防堰堤左岸側には大規模な崩壊地が形成されている状況にあります。今回の白谷第6号砂防堰堤の施工にあたっては、左岸崩壊地からの落石と頻りに土石流が発生するため、左岸及び河道全体を危険区域（無人化施工エリア）として設定されており、数種類の無人化機械を使用し施工しています。



2) 工事概要

砂防堰堤

掘削工 一式
埋め戻し工 一式

コンクリート堰堤工

ブロック製作 812個

堰堤本体工

コンクリート無人 2072m³
コンクリート有人 997m³
型枠 無人 840m²
型枠 有人 540m²

副堰堤工

コンクリート無人 477m³
型枠 無人 325m²

側壁工

コンクリート無人 293m³
型枠 無人 220m²

下流護岸工

コンクリート無人 555m³
コンクリート有人 265m³
型枠 無人 240m²
型枠 有人 333m²

副堤保護工

異形ブロック 150個

落石防護柵工

落石防護柵 16m

落石防止網工

ロックネット 540m²
リングネット 15m

雑工

仮設工 一式
除石工 一式

3) 無人化重機オペレータの死角対策 (図2, 写真1~5参照)

無人化施工における重機作業は、クレーンの最大作業半径が65mと広く、遠隔操作式バックホウの土工作业等においてもオペレータの死角が多く発生し、各作業においての死角対策を実施した。

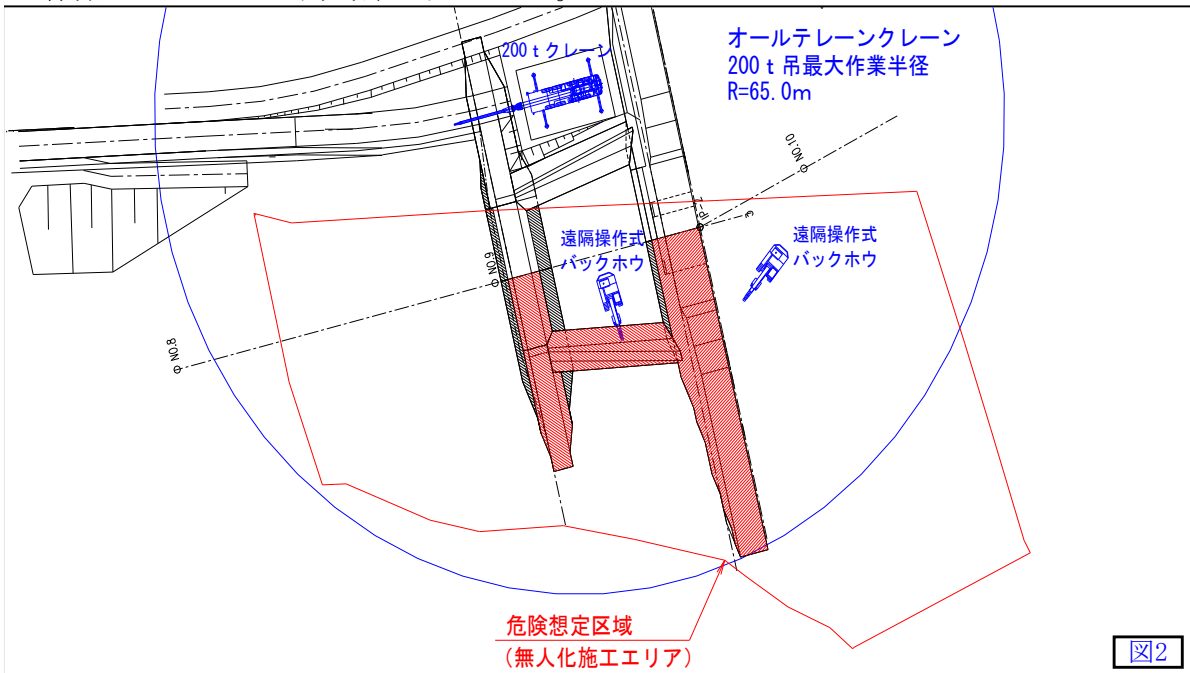


写真1

遠隔操作式バックホウに無線CCDカメラを取り付け、モニターと目視により作業を行った。死角の確保と重機の転倒防止に繋がった。



写真2

作業指揮者を二名配置し、三者同時通話無線を使用しオペレータに指示した。スカイタワーを使用することにより視界が広がり作業しやすくなった。



写真3



写真4



写真5

〔200tクレーンに高感度CCDカメラ・モニター取付〕

〔モニター状況〕

今回、各作業においてオペレータの死角をCCDカメラの映像でカバーし、作業指揮者2名とオペレータが三者同時通話無線で連携をとった結果、無人化施工における重機作業を安全に行え、作業効率の向上にも繋がった。

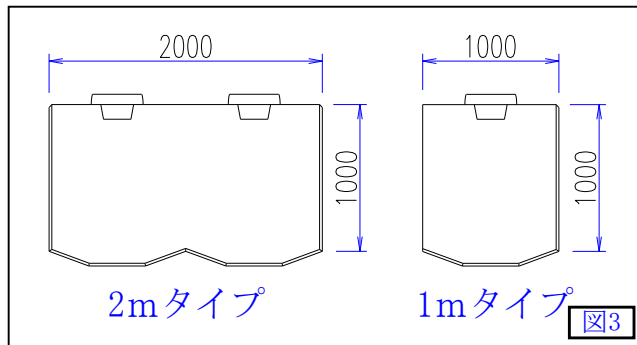
4) 型枠ブロック据付時の創意工夫

①型枠ブロックの連結

【型枠ブロック据付時の問題点】

今回の無人化施工では、通常の型枠の代わりに型枠ブロック（鎧ブロック）を使用し、有人エリアから200t吊クレーンにより施工した。

無人化施工であるため、型枠ブロックを積み上げていくにつれ、多少の誤差が生じたり、据付に時間が掛かった。特に1mタイプの型枠ブロックは、据付時に回転しやすく、据付後も誤差が発生しやすいため対策を行った。



型枠ブロック（鎧ブロック）



写真6

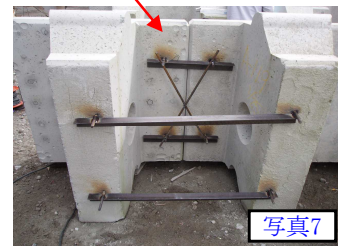


写真7

〔連結状況〕

【型枠ブロックの改良】（写真6～8参照）

型枠ブロック据付時、据付誤差の低減と作業効率向上を図るため、2mタイプと1mタイプのブロックを連結した。回転も少なくなり据付時間の短縮が図れ、作業効率が向上し据付誤差も少なくなった。

また、据付が困難な箇所（袖部等）は2mタイプ同士を連結し、更なる作業効率の向上を図った。尚、ブロックを連結した事による、ブロックの重量については問題なく施工できた。



写真8

〔据付状況〕

② ブロック一段目（基礎部）据付の創意工夫（写真9～11参照）



〔H形鋼据付〕

〔基礎ブロック据付〕

〔型枠ブロック据付〕

ブロック一段目（基礎部）での型枠ブロック据付については、無人化であるため丁張等の設置が出来ない。そこで、据付前面にH形鋼を据え付けることで型枠ブロック据付時の歪み防止となり、オペレータも施工位置がはっきり確認でき作業効率の向上に繋がった。

5) 打継面処理方法の改善

①従来の打継面処理方法 (写真12～13参照)

従来の打継面処理は、水タンクと高圧ポンプが一体となった処理機を製作し、クレーンにて吊込み、レイタンス及び雑物を取り除き行っていた。



【従来の施工方法での問題点】

- ・レイタンス除去が、カメラ及び目視であるため確認しづらい。
- ・打継面処理機をクレーンで吊り施工するので、洗い出しに時間がかかる。

今回、上記の問題点を解決し、コンクリートの品質向上を図るため、打継面処理方法の改善を行った。

②新しい工法の提案 (写真14参照)

無人化エリアでの施工における、打継面処理方法について監督職員と協議し、コンクリート打継剤の散布により打継面処理を行うことにした。

ジョインテックス (CT-400)
NETIS登録番号 KT-070054-A



【打継剤 (ジョインテックス) のメリット】

- ・打継面の付着性が優れる。
- ・高圧洗浄機、水が不要である。
- ・レイタンス処理のように手間が掛からない。
- ・凝結遅延剤使用時の様に洗い出しによるスラッジ水の飛散がなく公害発生しない。

[ジョインテックス]

【無人化施工での散布方法】 (写真15～17参照)

- ・遠隔操作式バックホウにコンプレッサーを搭載し、打継剤散布アタッチメントを取り付け、リモコンのスイッチにてエアーを送り出し散布する。
- ・生コン打設後、ブリージング水を自然消滅させ表面に散布する。
- ・アタッチメントの先端は、試験施工を行った結果、打継剤がすぐ硬化し詰まるため、取替えが安易なペットボトルの底部に細かい穴を数箇所あけて使用した。
- ・散布状況はカメラ及び目視にて確認する。



取替えが安易なペットボトル使用

写真15



打継剤散布状況

写真16



打継剤散布状況

写真17

③レイタンス除去と打継剤散布の比較

- ・打継剤が白いため散布状況がレイタンス除去より確認し易い。
- ・打継剤は散布を行うだけなので、レイタンス除去の施工より効率的である。

今回、打継剤を使用した結果、作業効率と品質性においても向上した。より良い施工をするため散布方法等をさらに改善して行きたい。

6) 生コン打設時品質確保のため効率的な打設方法の実施

今回、コンクリート打設割においてスパン延長が長く、一層厚40～50cmの確保が出来ず品質を損なう恐れのある箇所があり、コンクリート打設サイクルタイムにより、打設延長の検討を行った。

①コンクリート打設割

【現場の打設条件】

- ・現場は無人化施工である。
- ・生コン投入から、締め固めまですべてクレーンでの作業である。
- ・コンクリート練混ぜから、打設終了まで2時間とする。
(通常の打設 日平均気温4℃を超え25℃以下)
- ・過去の実績より現場は夏季の一番暑い時でも、日平均気温が25℃を超える場合が想定されないため、暑中コンクリートは考慮しない。
- ・生コン運搬時間 40分 (現場まで20km ÷ 30km/h)
- ・生コン車1台4m3当たり 10分 (打設8分+ 準備2分)
- ・締め固めにかかる時間 30分

サイクルタイム						
← コンクリート練混ぜから打設終了まで2時間 →						
運搬	生コン運搬 40分		生コン打設 50分 (1台10分×5台)			
打設	1台4m3 10分	1台4m3 10分	1台4m3 10分	1台4m3 10分	1台4m3 10分	
締固						締め固め 30分

※ 2時間あたり20m³ (4m³×5台) 打設が出来る。

※ 以上の結果を基に打設延長を決定した。

②打設延長の決定

【決定条件】

- ・2時間の打設量は20m³である。
- ・本堰堤、打設の平均幅4.4mとする。
- ・一層厚40～50cmの平均値をとり、一層厚45cmとする。

以上の条件で打設延長を計算すると、

$$20 \div 4.4 \div 0.45 = 10.10\text{m}$$

※ 打設延長の長い箇所は、内部型枠を設置し10m程度とした。(写真18～19参照)

今回、コンクリート練混ぜから打設完了まで2時間以内とするため、打設延長の長いスパンについては内部型枠を設置し施工を行った。その結果、効率的な打設ができ良好な施工が行えた。



[内部型枠設置]



[生コン打設状況]

7) 砂防学習会開催 (写真20～24参照)

高山市奥飛騨温泉郷は、全国に先駆けて「砂防学習村宣言（H9.6）」を行っている。そこで、地元栃尾小学校4年生を対象に現場で砂防学習会を開催した。

実際に現場でどのように工事を行っているか見学してもらい、砂防についての勉強会や、遠隔操作式バックホウの操作体験も行い、子供達に土石流の恐ろしさ、砂防工事の大切さを話しました。最後に子供達と流しそうめんを行い楽しい時間を過ごすことができた。



〔砂防学習会〕



〔砂防学習会〕



写真22



写真23



写真24

〔遠隔操作式BH 操作体験〕 〔お楽しみ 流しそうめん〕 〔砂防学習会 記念撮影〕

質問コーナーでは、子供達がたくさんの意見を発表してくれて、砂防工事に興味をもってもらえた事に大変うれしく思いました。またこのような機会を計画したいと考えています。

8) 終わりに

この工事も2年目を終えようとしています。今回行った無人化施工に対する対策は、まだまだ改善が必要と考えています。現場職員・作業員全員で検討を重ね合いながらよりよい無人化施工を行うため、改善していき残り1年を安全に作業し、無事故にて工事を完了したいと思います。そして、この現場で苦労、工夫したことが今後、無人化施工に携わっていく方々に少しでも参考になればと思っております。

最後になりますが、あらゆる場面でその都度適切な対応、ご指導して頂いた監督職員の皆様と、工事関係者の皆様に感謝申し上げます。



〔平成19年度 着工前〕



〔平成20年度 完成〕