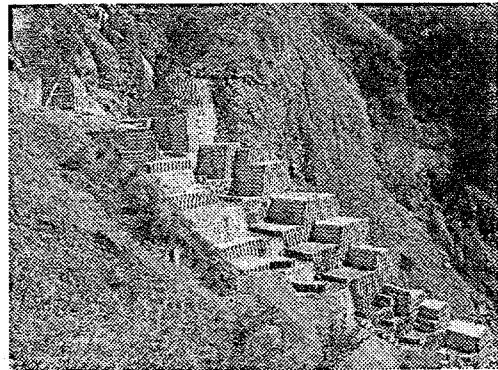


国土交通省金沢河川国道事務所（現松本砂防事務所）○東川 敏
国土交通省金沢河川国道事務所 中田 圭一

1. はじめに

柳谷上流は、近年の度重なる左岸斜面の崩壊により斜面が非常に不安定な状態にあり、落石や小崩壊が絶えることがない。また上流の甚之助谷は両岸が著しく崩壊しており土石流発生の危険性が高く、降雨後1時間程度で出水のピークを迎える。更に濃霧で視界が遮られることもしばしばである。このようなことから河床内～左岸に人が立ち入り施工することは著しく危険であり、また安全対策施設を講じることも困難であるため、河床内～左岸側に人が入らずコンクリート打設ができる無人化施工が必要となった。



2. 無人によるコンクリート打設方法

2.1.型枠ブロックの開発

コンクリート打設に必要となる型枠の設置を無人で行うため、大型土のう袋をベースとした円形の型枠ブロックを新たに開発した。なお、用途別に本体残存となる方形型枠も開発している。

2.2.施工の流れ

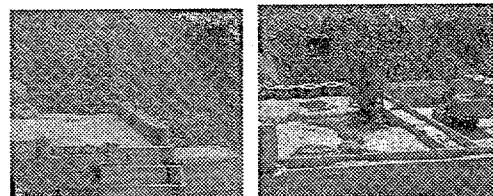
2.2.1.型枠据付

クレーンとオートフックにより円形型枠ブロックの据付を行う。

2.2.2.コンクリート打設

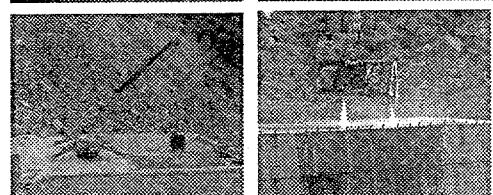
機械式バケットにより生コンクリートを投入。

クレーンオペレーターから打設箇所を直接目視確認出来ない場合は無線カメラ及びオペレーター室に取り付けられた液晶モニタにより確認を行う。



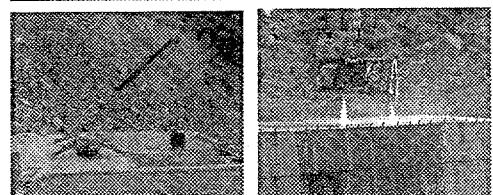
2.2.3.コンクリート締固

高周波バイブレータや振動機用モータ等を組み合わせた機械を無線操作可能な小型クレーンで吊った状態で大型クレーンにより施工箇所まで運搬し、締め固めや表面処理を行う。



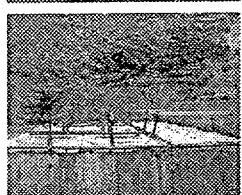
2.2.4.打継面処理

塩ビ管を組み合わせた噴射パイプに高揚程ポンプで河川水を汲み上げ、高圧水によりレイタンスを除去する。または複数の高圧洗浄機と水槽を組み合わせた機械でレイタンスを除去する。



2.2.5.コンクリート養生

単管を組み合わせた枠に養生マットを載せ、打設面にクレーンで設置する。



3. 無人化にあたっての工夫点

3.1.工事の安全管理

工事箇所は土石流が到達する恐れのある箇所であり、土石流に対しては河床内の両岸とも被災する恐れがあるが、土石流は発生原因が主に降雨である事がわかっており、「土石流の到達するおそれのある現場での安全対策」((社)北陸建設弘済会)による警戒避難基準雨量(連続50mm)により土石流対応を行っている。一方、左岸は落石や山腹崩壊の恐れが高く作業員の避難する時間が確保できないため、落石や崩落土砂が到達しないと考えられる右岸側のみ有人とし、河床内の左岸側は完全無人化施工とす

る事とした。

3.2.円形型枠ブロックの開発

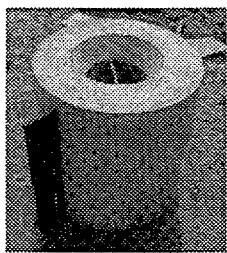
従来はコンクリート詰め大型土のう（トンパック）を使用してきた。しかし、

- ① 衝撃等で吊帶が切れる事がありクレーン操作への負担が大きい。
- ② 高さ管理及び据え付けが容易でない。
- ③ 土のう袋は経年劣化によりゴミ化する。

等の理由から円形型枠ブロックを開発した。

また、このブロックは型枠としての位置付けであるため強度を問わず、ブロック

製作にあたりコンクリート打設の翌日には脱型が可能な事から緊急時にも対応できる。



3.3.無人化施工機械の開発

金沢河川国道事務所と工事請負者は無人化施工機械の製作改良にあたって次の3点を念頭に置いた。

- ① 安全性：機械の安全性と作業員が河床に入る必要のない精度の高い機械づくり。
- ② 作業効率：全てがクレーン作業によるため、各工程のサイクルをより短くする工夫。
- ③ 故障に強い：汎用機械を施工機械とする事により現場における点検修理を可能にする。

上記は複雑な機器類の新規開発ではなく、通常の工事で使用している機器の部分改良である。

なお、無人化施工において技術開発に当たる部分については特許等の出願申請を行っている。

- ① 特許出願：出願番号 2002-349778、349779、349780（平成 14 年 12 月 2 日）

- ② 新技術情報提供システム：技術活用パイロット事業認定（平成 15 年 3 月 20 日）

4. 完全無人化に向けた技術的課題

4.1.品質・出来形管理

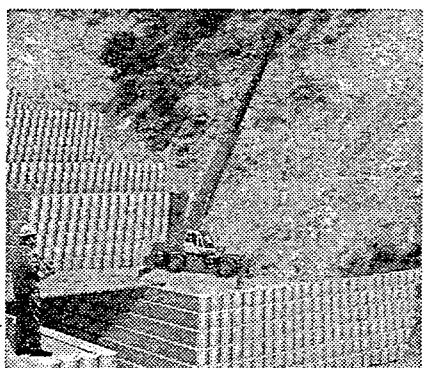
一般に砂防構造物の標準配合は 18·5·80BB · W/C \leq 60% であるが、無人化施工は品質の面で有人施工に対して劣ってしまうこと、更に巨大転石、地山の空洞、既設構造物周辺の打設箇所もあることなどから、十分な品質のコンクリート構造物を作るためのワーカビリティを確保するため、スランプは最低 8 cm は必要となる。そこで、スランプが 8 cm · W/C \leq 60% で砂防構造物として強度耐久性等を確保出来る配合として 21·8·40BB · W/C \leq 60% を選択し、施工している。

平成 12 年～14 年度に打設した箇所のコア抜き強度試験を実施した結果、6 地点いずれの箇所も 21 N/mm² を満足していた。

一方、出来形管理については、有人施工の基準高の規格値 ±30mm に対し、無人化施工の施工当初は ±100mm で管理していたものを平成 13 年度からは ±50mm としている。

4.2.大型無人クレーンの開発

現場で使用している大型ホイールクレーン 45 t 吊級の作業半径は、約 30m (0.5m³ 打設) で、左岸側を打設する場合、有人エリアからの作業には限度があり、河床内の左岸側（無人エリア）に大型クレーンを設置し、必要な箇所にコンクリート打設を行う必要がある。このため大型クレーンの無人化技術を鋭意開発中であり、平成 15 年度において現地実証試験を行いたいと考えている。



さらに大型ホイールクレーンの無人化が可能となれば、当該工事現場の他に、落石対策や斜面崩壊対策、堤防の決壊等災害時の応急復旧、火山地での作業等の危険箇所においても活躍が期待される。

5. おわりに

平成 15 年度の大型ホイールクレーンの無人化技術開発により、全工程を完全無人化する事が可能となる。足場が悪く、避難時間の確保できない工事現場で行われている砂防堰堤工事の全工程の完全無人化は、作業員の安全確保に加え、近年の山村域での人手不足、作業員の高齢化、熟練労働者の不足等に役立ち、さらには近々に訪れる高齢化社会に寄与すると確信している。