

C I Mと 3 次元設計データを仮締切構築にて活用

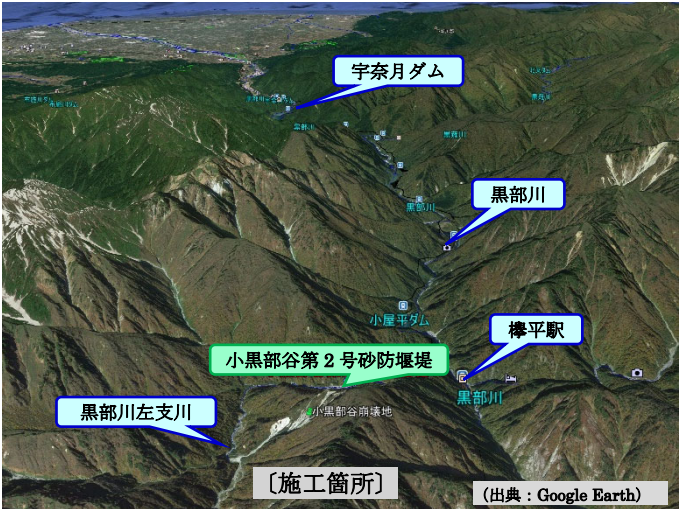
R 1－4 小黒部谷第 2 号砂防堰堤工事
大高建設株式会社
○現場代理人 大谷 浩一
監理技術者 藪内 豊忠

1. はじめに

本工事は黒部川左支川である小黒部谷の流域において、小黒部谷第 2 号砂防堰堤を構築する工事である。仮締切構築における設計・提案・施工管理に取り組んだ『C I Mと 3 次元設計データを仮締切構築にて活用』について報告する。

2. 工事概要

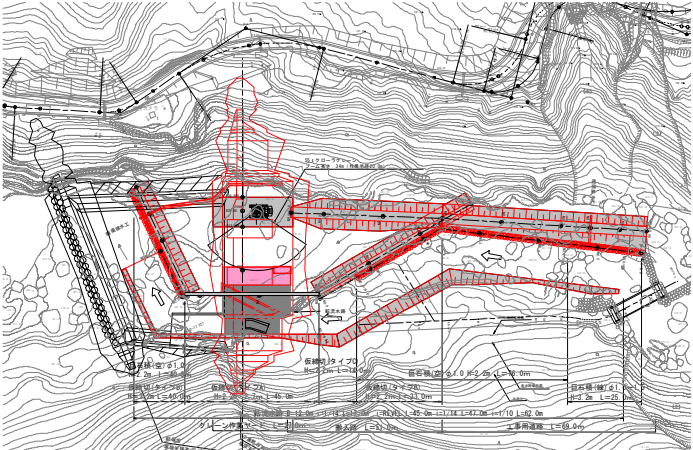
工 期	令和元年 12 月 1 日 ～ 令和 4 年 11 月 30 日				
工事場所	富山県黒部市宇奈月町黒部奥山国有林（小黒部）地先				
工事内容	砂防土工	掘削工	掘削(砂防)	岩塊・玉石	2,300 m ³
				軟岩	590 m ³
		残土処理工		整地	1 式
	コンクリート堰堤工	コンクリート堰堤本体工		コンクリート	557 m ³
		間詰工		間詰コンクリート	8 m ³
	仮設工	仮橋・仮栈橋工	1 式	砂防仮締切工	1 式
		既設仮締切撤去工	1 式	コンクリート・骨材製造設備工	1 式
		濁水処理設備工	1 式	プラント給排水設備工	1 式
	運搬工	資材運搬工		資材運搬費	1 式



〔着工前 令和 2 年度〕

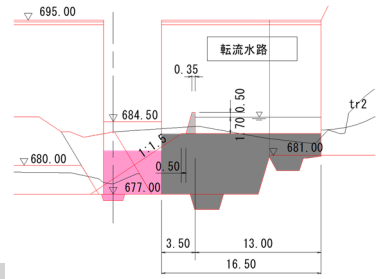


〔完成 令和 4 年度〕

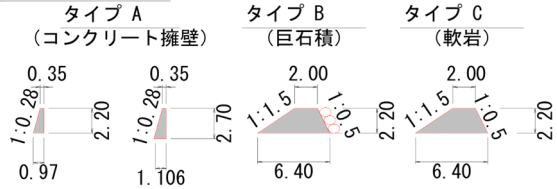


〔平面図〕

〔本堤正面図〕



〔仮締切断面図〕



3. 仮締切構築の課題点

本工事は令和3年度（2年目）から施工範囲を左岸から右岸へ、瀬替えによる仮締切を施工する計画であり、当初設計段階における仮締切構築について課題点の抽出をおこなった。また設計条件として、長期的な仮締切の安全性や耐久性、今後工事以降の施工性や機能性を考慮し検討をおこなった。

【課題点】

① 仮締切コンクリート

計画の仮締切コンクリート設置位置や区間は、砂防堰堤の掘削やコンクリート施工範囲に影響があるか検討を要する。また、本堤上下流は埋戻し箇所であり、その上部に仮締切コンクリートを構築するため洗堀による転倒・倒壊の可能性がある。

② 土砂仮締切盛土

施工箇所は河川幅約48mと川幅が狭く、河川勾配が1/14（7cm/m）の急流で、極端に蛇行した河川である。土砂仮締切の上流側取付角度が約58度と屈曲した計画であり、増水時の濁流による土砂仮締切の崩壊が懸念される。

③ 仮橋・仮栈橋

上流側仮締切の仮橋・仮栈橋（L=18m）は、既設部仮橋・仮栈橋との高低差が約10m（延長80m）あり左岸側河床道路の登坂勾配が10%程度の確保が困難で車両が走行できない可能性がある。また毎年2箇所の仮橋・仮栈橋設置・撤去には費用が嵩むうえ、施工性はよくない。

④ 搬入路

土砂仮締切の川裏側の搬入路は、車両の登坂勾配の確保が困難である。またクレーン作業スペースがなく、砂防土工やコンクリート工の施工ができない可能性がある。

4. 仮締切構築による設計の検討

【検討結果】（当初設計の見直し）

① 仮締切コンクリート

増水時におけるパイピングや流水による洗堀によって転倒・倒壊を防止する対策として、埋戻し箇所の仮締切コンクリートの擁壁に、根入れ50cmを構築する設計とした。（図-1）

② 土砂仮締切盛土

平面形状は流下能力に支障がないよう、上流側土砂締切取付角度を58度から30度と変更し、長期的な安全性と耐久性が満足できるよう、川表側に巨石積を設置することで増水時の対策とし設計した。（図-2）

③ 仮橋・仮栈橋

土砂仮締切仮橋・仮栈橋と既設部仮橋・仮栈橋との高低差が大きく車両の登坂勾配確保が困難であることから、土砂仮締切部の仮橋・仮栈橋の設置はしないこととし、右岸側からの乗り入れを考慮した工事用道路の計画を設計した。（図-2）

④ 搬入路

工事用道路と同様、右岸側に設置にすることで車両の登坂勾配を確保し、クレーン作業スペースも確保できることで、砂防土工やコンクリート工が施工可能である設計とした。（図-2）

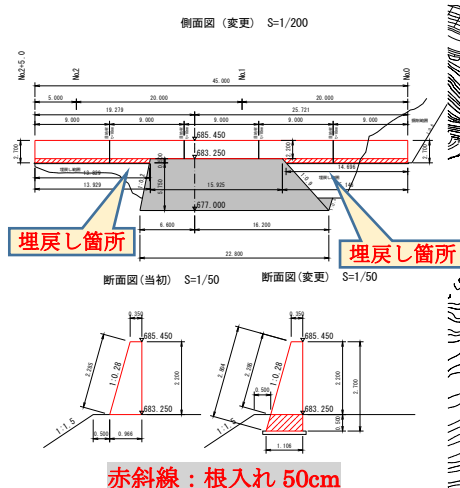


図-1 仮締切コンクリート変更図

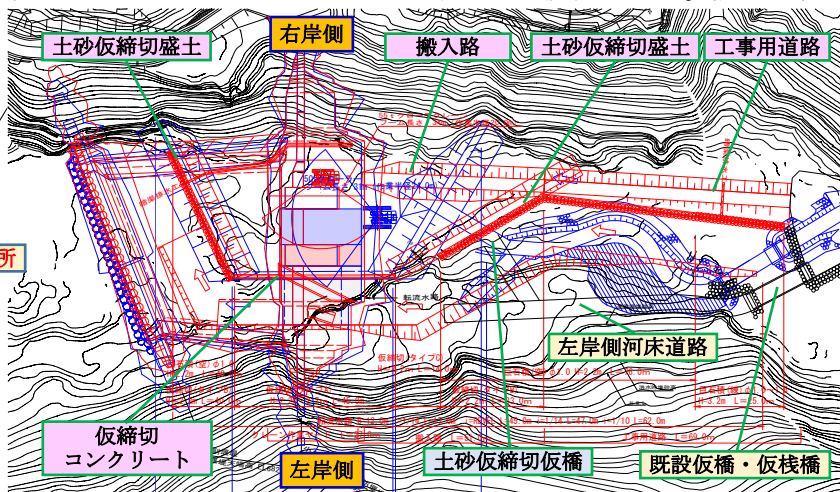


図-2 平面図（変更比較図）

青：当初 赤：変更

5. CIMと3次元設計データの活用

検討した仮設計画図の仮締切は形状が複雑であり、2次元図面では施工順序や施工方法、完成イメージにおいて関係者各位の認識に違いが生じ、共通認識の必要性があると感じた。そのため3次元モデルによる情報の見える化をすることにより施工順序や施工方法、完成イメージや干渉箇所について、関係者各位と同じ認識が得られると考えCIMを活用することとした。

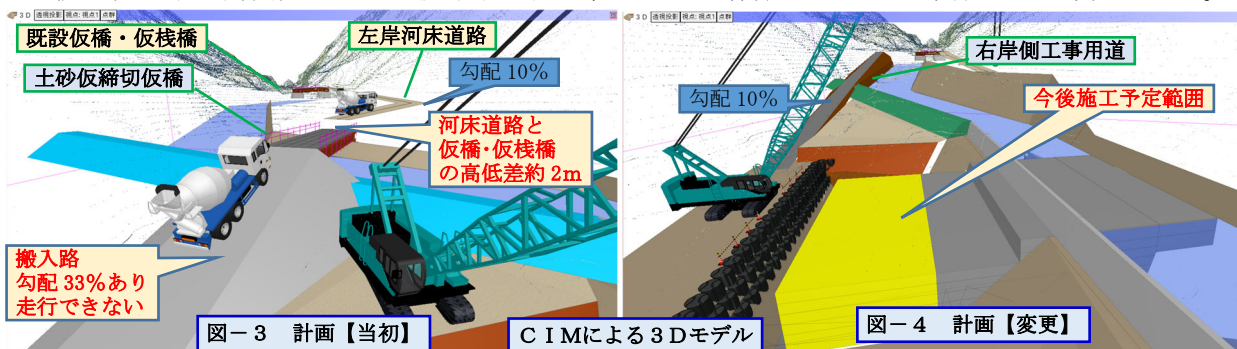
また3次元測量や施工管理、土工数量算出や協議資料が必要であると考え、仮締切構築においても3次元設計データを活用することとした。

1) CIMによる3次元モデルの活用

3次元設計データでは構造物の表現が困難であり、砂防堰堤や仮設構造物が仮締切の設計において干渉などしていないか確認するため、CIMソフトウェアを用いて3次元モデルを作成し、計画当初(図-3)と変更(図-4)で比較し、計画当初における課題点を見る化し確認できるようにした。

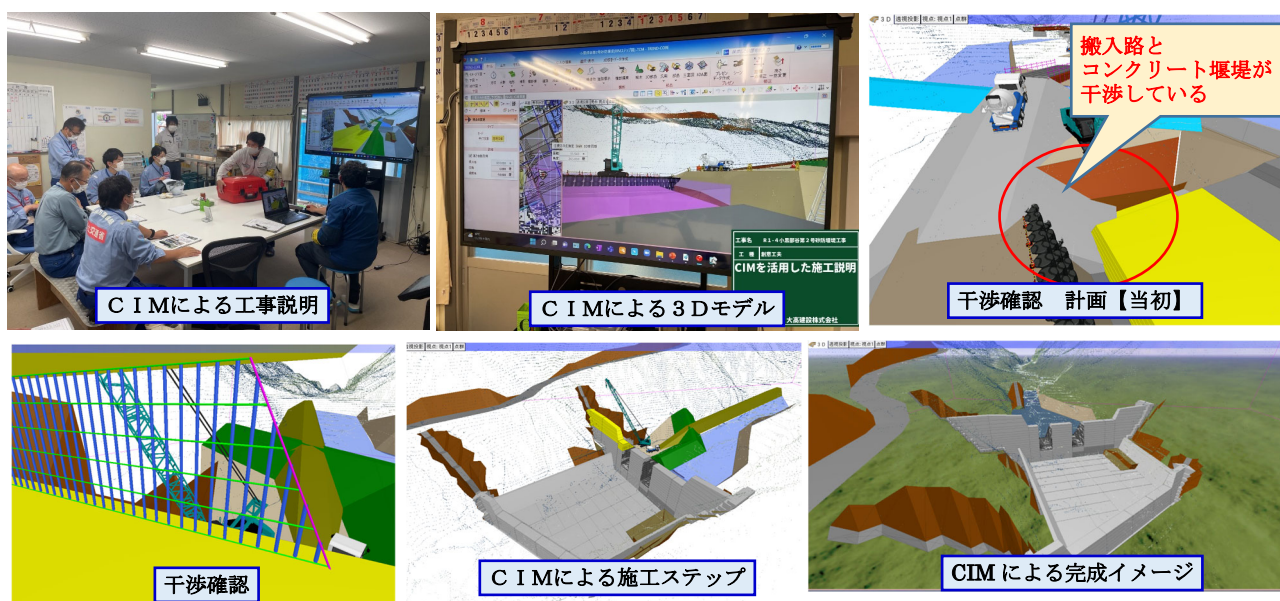
計画当初における左岸側河床道路から土砂締切内への乗入れについて、3次元モデルにより登坂勾配が10%程度の確保が困難であることが確認ができる。(図-3)

また検討結果した変更(図-4)では、右岸側工事用道路設置により登坂勾配の10%確保や土砂仮締切の取付角度変更による流下能力向上、クレーン作業スペースの確保などが確認できる。



工事全体の仮設計画も含め、砂防堰堤の完成までを各段階ごとに計画し、コンクリート打設範囲や仮締切計画・重機の配置計画や作業半径を考慮した施工ステップ(4D施工モデル)や施工ステップ動画を作成した。

長期的な仮締切の安全性や耐久性、次回工事以降の施工性や機能性を考慮した仮締切構築の提案や協議資料、今後生じるであろう各段階で課題点などを工事説明すると共に、CIMデータやビューア・動画を提供し、関係者各位と共通の認識が促進され情報共有が図れた。



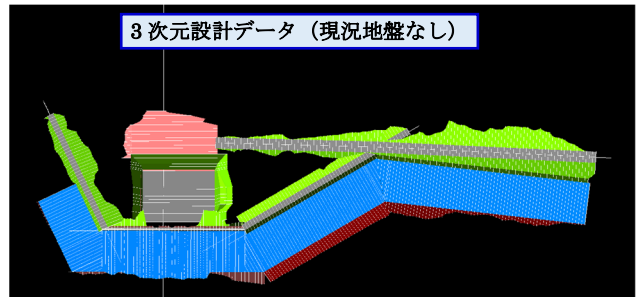
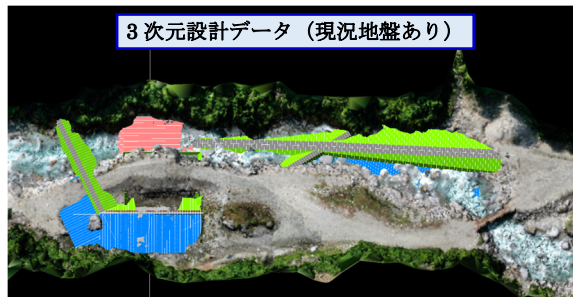
【BIM/CIM活用】施工ステップ(小黒部谷第2号砂防堰堤)
※施工ステップ1~12(完成)

<https://youtu.be/JazTWgkRmk4>

2) 3次元設計データの活用

施工区間が広範囲であり河川横断測量には危険が伴うため、起工測量には3次元測量（UAV測量）を実施し、設計図（2D図面）を基に仮締切構築の3次元設計データを作成した。

3次元設計データは受発注者間との打合せ協議資料や現場従事者との施工順序や施工方法の検討、現場での施工管理、土工数量算出に活用した。



グリッド間隔(m)	0.50
切土量(m ³)	6261.3405
切土グリッド数	8253
切土面積(m ²)	2063.2500
盛土量(m ³)	1012.7034
盛土グリッド数	3208
盛土面積(m ²)	802.0000

土工数量算出

6. CIMと3次元設計データを活用した結果

CIMと3次元設計データを活用効果と生じた課題は下記のとおりである。

活 用 効 果	所要日数	課 題
① 見える化で視覚的に問題箇所の把握が安易に可能	1日⇒0.2日	① 3次元モデル作成には多大な時間を要する 8日
② 関係者各位との共通認識が促進され情報共有が可能 (干渉箇所・当初と変更比較・完成イメージ)		② 3次元設計データ作成には時間を要する 4日
③ 施工順序・施工方法の検討や確認が容易になり時間の短縮化	1日⇒0.2日	③ ファイルサイズが大きくなりPC動作が遅くなり、対象箇所毎に作業が必要になることがある。 (完成までの施工ステップ)
④ 3次元測量・計測により測量ミスがなくなり施工管理の効率化	5日⇒2日	
⑤ 打合せ資料や協議資料に活用でき簡素化が促進され作業時間の短縮化	2日⇒0.5日	
⑥ 土工数量算出がソフトにて出力可能で、人的ミスが排除でき時間の短縮化	3日⇒0.5日	
⑦ 可視化による共通認識で設計変更が円滑に進み業務効率化	1/4	
効果結果	12日⇒3.4日	

結果は従来より12日から3.4日と約8日短縮され活用効果は大きいですが、3次元モデルと設計データ作成には多大な時間が必要であり、課題も残す結果となった。

7. おわりに

初めてCIMを活用したが、設計段階で一からの3次元モデル作成であり、ソフトウェアの操作、3次元モデルや3次元設計データ作成は非常に苦労したが、完成へ向かうと徐々に楽しさや面白さも感じるようになった。

3次元モデルにより関係者各位との共通認識が促進され、情報共有や業務効率化に繋がり活用の効果は非常に大きいと感じられる。また今後の課題としてCIM等の人材育成が重要であり、技術取得によるスキルアップを迅速にし、積極的に活用することが課題克服へ繋がる。

CIM活用は仮締切構築の設計・提案を対象とし、砂防構造物に対しての活用はしていなく、知識や経験不足で要領案に準じていないため、BIM/CIM適用の対象工事とはしていないが、今後は砂防構造物においてCIMを積極的に活用し、施工計画検討、施工手順計画・工程管理などの効率化を図り、品質向上や工期の短縮化に繋がるよう努めていきたい。

