

# 迅速かつ円滑な砂防事業の実施に向けた砂防堰堤調査設計事例

川崎地質株式会社 ○北井 倫平, 野尻 峰広, 佐々木 政和

## 1. はじめに

砂防堰堤建設の際、計画や設計と現場での乖離によって工期の延伸及び施工費用の増加、地元協議等が生じ、早期の流域安全性の確保が図れないケースが見られる。本事例は、BIM/CIM を活用した砂防堰堤配置検討の取組、中硬岩に対する室内試験結果を考慮した工法選定、地元説明を踏まえた三次元モデルによる円滑な理解の促進等、迅速かつ円滑な砂防事業の実施に向けた調査設計における取組みについて報告するものである。

## 2. 業務の概要

兵庫県内の土石流危険渓流を対象に砂防堰堤の予備検討および詳細設計並びに必要な調査を実施する業務である。対象とする渓流の保全対象には、宅地だけでなく JR 山陽新幹線の駅舎や軌道、国道2号線が含まれており（図-1）、地元からは早期の対策実現が望まれている。



図-1 対象流域の空中写真(に加筆)<sup>1)</sup>

本業務の特徴を下記に列挙する。

### (1) 高精度3次元データ(公表)の活用

地形測量については並行業務発注だったため、協議により、予備検討は公表されている地形データをもとに検討を実施することとなった。

### (2) 中硬岩の掘削工法に関して

発注者より、近傍の渓流における堰堤施工時に中硬岩が地表浅部より出現し、機械掘削困難なため施工中断というトラブルがあったため、設計段階から配慮できないかという要望があった。

## 3. BIM/CIM を活用した砂防堰堤配置検討の取組

砂防堰堤の配置検討においては、できるだけ溪流の下流側に設置したほうが、流域の土石流や崩壊土砂を受け止めることができるが、下流になればなるほど堰堤規模が大きくなり、保全対象が近くなりすぎる傾向がある。そのバランスを考慮し、配置計画の検討を実施した。

堰堤をどこに設置するのが最適かについて、技術者が現地に赴き3案程度検討するが、ここで課題となるのが、素人目にはわかりにくいという点である。通常は国土地理院の公開している5m メッシュや10m メッシュによって2次元の平面図と断面図を作成するが、地形の起伏が粗く、今回のような小規模な溪流ではうまく図面が作成できないことも多い。

そこで本業務では、兵庫県の公開している全県土分の1m メッシュ(山間部の一部は50cmメッシュ)の高精度3次元データ<sup>2)</sup>を用いて検討を実施した。検討に使用した横断面図を図-2に示す。5m メッシュと比べて1m メッシュでは起伏がよく表れており、特に勾配変化点が明瞭になる。

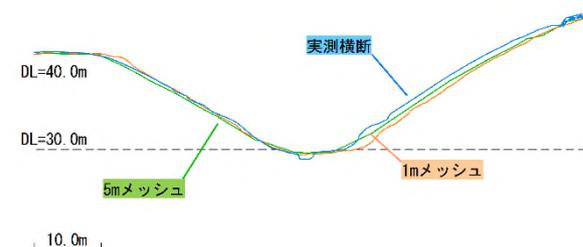


図-2 横断面図の比較(5m メッシュ, 1m メッシュ, 実測)

また、配置検討を実施した三次元モデルを図-3に示す。溪流の狭窄部である配置候補②に配置した堰堤規模が最も小さくなることがわかりやすく表現できている。一方、最終的な地形測量をもとに再度設定した最終位置については、予備検討位置よりもわずかに上流側に移動することになった（図-4）。

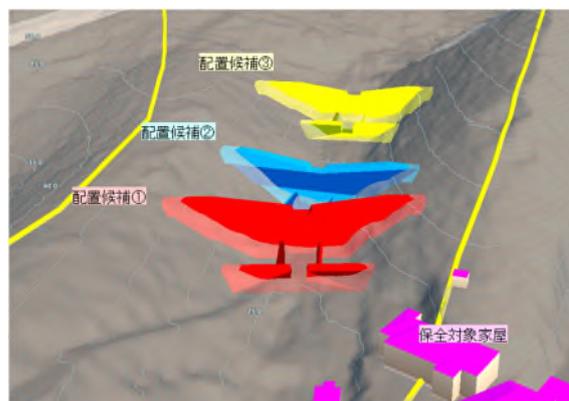


図-3 配置検討(予備検討)



図-4 配置検討(最終決定案)

#### 4. 硬岩に対する室内試験結果を考慮した工法選定

ボーリング調査の結果、当該地では隣接工区と同様、中硬岩が地表浅くから分布していることが明らかになった。コア観察による岩級区分ではCM~CHとしたが、土工工事数量算出要領<sup>3)</sup>では、ボーリングコアの岩級区分と土工掘削区分は明確になっていない。そのため、積算では安価な機械掘削が適用され、着工後に施工不能となって一次破碎工法を急遽検討することとなる。その結果、予算的にも想定外の増工となるほか、工期も厳しいものになり、事業の早期実現が危ぶまれる可能性もある。そこで本業務では定量的な岩石の硬さを確認するため岩石の一軸圧縮試験を提案し、試験を実施したところ、147MN/m<sup>2</sup>と硬岩級の硬度を確認した(図-5)。

一方、一軸圧縮強度は岩石の硬さを示すものであり、亀裂等を含む岩盤としての強度を評価するものではないことから、設計には岩級区分を採用し、施工数量算出には岩石試験結果を採用するものとした。なお、一次破碎については民家が近いことや施工ヤードが狭小であることから静的破碎工法を採用した。



孔番号・試料番号	Bor.1.6or.1-1
深 度	0.75 ~ 0.90m
含水状態	自然状態
供試体形状	真円柱
直 径 D (cm)	4.97
断面積 A <sub>0</sub> (cm <sup>2</sup> )	19.40
高 さ H (cm)	10.39
体 積 V (cm <sup>3</sup> )	201.57
質 量 m (g)	512.47
密 度 ρ <sub>s</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	2.542
破壊荷重 P <sub>b</sub> (MN)	2.84E-01
圧縮強さ σ <sub>c</sub> (MN/m <sup>2</sup> )	147

図-5 岩石コアと一軸圧縮試験結果

#### 5. 地元説明を踏まえた三次元モデルの作成

本業務の対象地域は、駅が近く市街地であることから、施工時の搬入ルートを選定が課題となった。特に、市道から堰堤建設予定地までのルートが狭く、支障となる小屋等は撤去する必要があり、住民の理解・協力が不可欠な事業である。

そこで、住民理解促進のため、堰堤周辺での施工重機

の動きや拡幅する道路幅等を三次元モデル化した(図-6, 7)。今後住民説明会等あれば活用できると考えている。



図-6 施工計画図(3D)

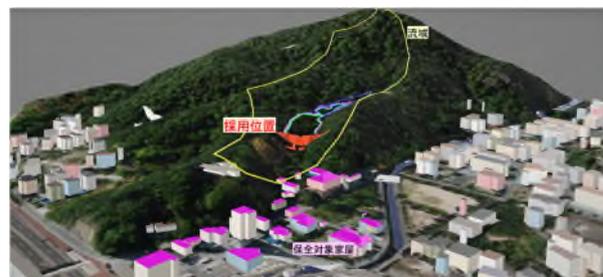


図-7 設計対象施設全景3D モデル

#### 6. まとめ

本論文では、砂防堰堤の調査・設計段階から BIM/CIM を活用した取組を行い、出現が想定される硬岩に適した工法選定、地元説明を踏まえた三次元モデルによる円滑な理解の促進等、迅速かつ円滑な砂防事業の実施に向けた調査設計における取組みについて報告した。執筆時点では砂防堰堤の建設が始まってはいないものの、本設計成果が今後どのように活用されるのか確認したい。

#### 7. 謝辞

本論文は兵庫県光都土木事務所が発注業務をもとに作成し、執筆にあたり公表の許可をいただいた。ここで感謝を述べる。

#### 《引用・参考文献》

- 1) 地理院地図, <https://maps.gsi.go.jp/#17/34.820114/134.474287/&base=ort&ls=ort&disp=1&vs=clg1j0h0k010u0t0z0r0s0m0f0&d=m>, (最終閲覧日2023年6月12日)
- 2) 兵庫県 全県土分の高精度3次元データの公開について, <https://web.pref.hyogo.lg.jp/kk26/hyogo-geo.html>, (最終閲覧日2023年6月12日)
- 3) 兵庫県土木部 令和4年度土工工事数量算出要領(案), [https://web.pref.hyogo.lg.jp/ks04/wd04\\_000000032.html](https://web.pref.hyogo.lg.jp/ks04/wd04_000000032.html), (最終閲覧日2023年6月12日)