

# CIM を学ぶⅢ

～モデル空間の活用に向けて～

Construction Information Modeling/Management





5. 応用編

5.1 上曾木地区護岸・掘削工事

株式会社 川原建設 元重 直彦

5.1.1 事業概要

本工事は、大分県と福岡県の県境を流れる一級河川、山国川の中流に位置する上曾木地区（図 5-1-1）の護岸拡幅及び河床掘削（岩掘削）工事である。

2012（平成 24 年）の九州北部豪雨災害の状況は、写真 5-1-1、写真 5-1-2 のようであった。



図 5-1-1 上曾木地区 位置図



写真 5-1-1 災害状況



写真 5-1-2 災害状況



写真 5-1-3 上曾木地区 着工前



写真 5-1-4 上曾木地区 完成

### 5.1.2 CIMの活用目的

近年、建設業は若手技術者不足や労働年齢の高齢化などの問題が顕著になり、その対策としてCIMを活用したICT施工が主流になりつつある。また、会社もICT施工をおこなうことで工事成績評点の加点となり、工事受注の増加にも繋がる。本工事でもCIMを活用して工事を施工したいと考えていたが、工事内容が石積護岸と岩掘削であるため、どのように、CIMを活用して工事を施工するのが悩みであった。さらに、岩掘削においては、本工事場所の上曾木地区は菊池寛の短編小説「恩讐の彼方に」の舞台としても有名な青の洞門が近く、岩掘削においてもなるべく自然に調和した掘削が必要であった。

### 5.1.3 CIMの活用方法

#### (1) 完成予想図の作成

護岸及び岩掘削の完成予想図をCIMで作成し、岩掘削部はなるべく、アンジュレーション(凹凸)をつけた。

しかし、CIMデータで凹凸をつけた岩掘削の予想図の作成は難しく(どうしても、自然な形の形状にはならない)、工事におけるCIMの活用はここで止まってしまった。

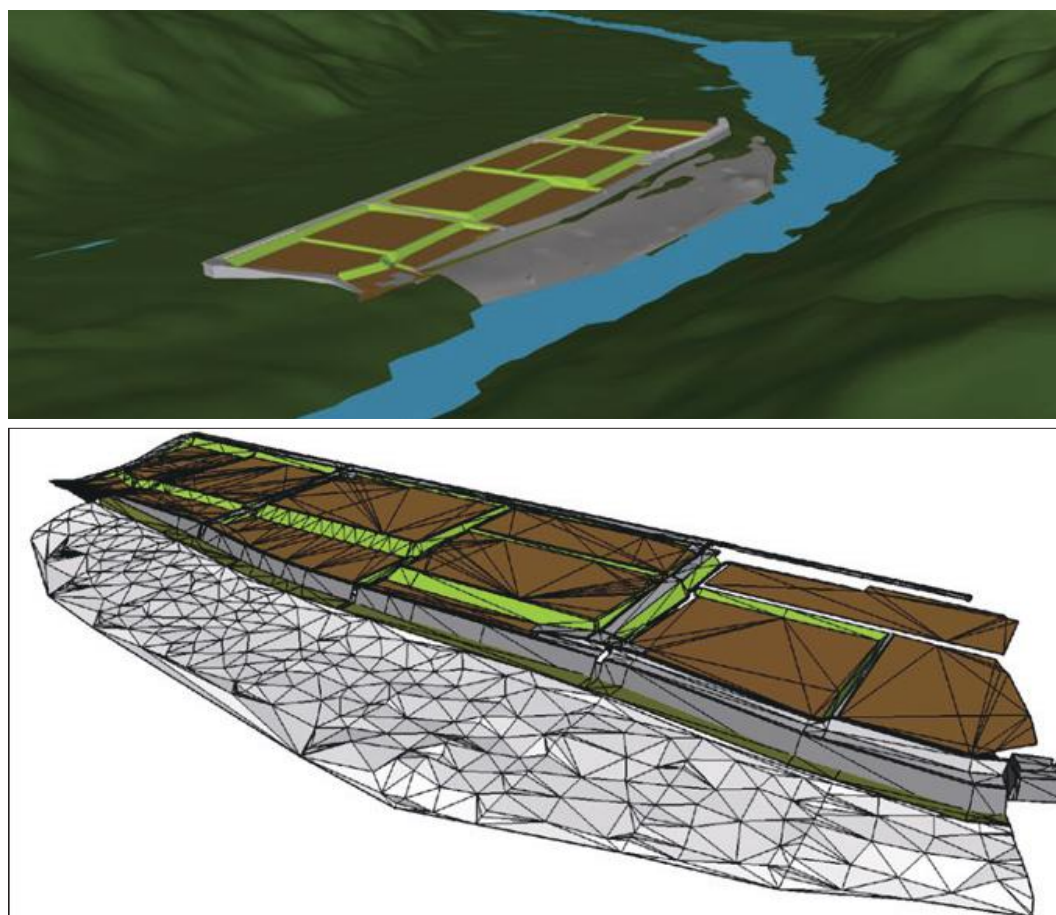


図 5-1-2 CIMで作成した完成予想図



## (2) 完成模型の作成

上記、予想図では岩掘削をどのように施工するのか、また完成形をどのような形にするのか、分からなく、そこが1番の問題であった。そこで、完成模型を作成し、岩掘削の完成形状を作成した。

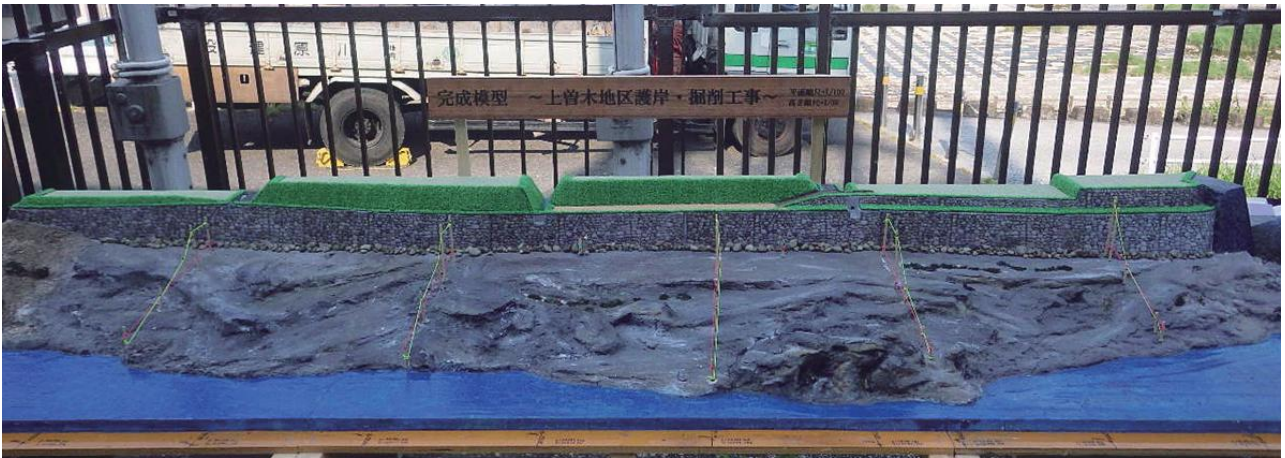


写真 5-1-5 完成模型「横：1/100、縦：1/50（凹凸を目立たせる為）」



写真 5-1-6 完成模型 岩掘削形状  
(黄線：掘削前 赤線：計画掘削ラインより1m上げ)

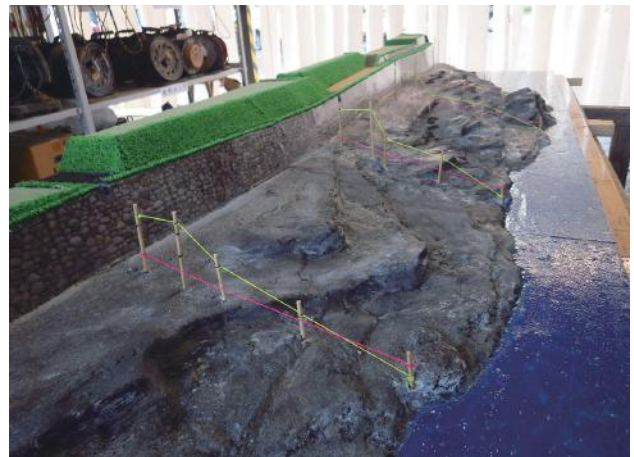


写真 5-1-7 完成模型 岩掘削形状  
(黄線：掘削前 赤線：計画掘削ラインより1m上げ)

### 岩掘削形状作成時の注意事項

#### 1) 積断面（洪水時の流量）を確保

計画掘削ラインから±50cm程度の凹凸をつけた。

#### 2) 周辺の岩形状との調和

周辺の岩の写真撮影し、それに似た形状を表現し、あまり奇抜な形状にはしないこととした。



写真 5-1-8 現場周辺の岩の形状



### (3) 完成模型の意見交換

完成模型作成後、発注者である国土交通省山国川河川事務所の職員の方々に見てもらい、いろんな意見を参考にして最終的に岩掘削の形状を決定した。



写真 5-1-9 完成模型意見交換（山国川河川事務所）



写真 5-1-10 完成模型意見交換（山国川河川事務所）

### (4) 完成模型のスキャニング

意見交換時にも話題に挙がった「模型の岩形状をどのように現場で再現するのか」を考えていた時、完成模型を3Dスキャナーでスキャニングし、完成形状データを作成する事を、思いついた。

スキャニング後、採取データ（約20万点）を実際の大きさに拡大（横：100倍、縦：50倍）し、それを現場で施工するため点群処理をおこない、約3万点まで間引きした。その結果、約1.5m間隔に1点の点群データを作成した。



写真 5-1-11 完成模型のスキャニング



写真 5-1-12 完成模型のスキャニング



写真 5-1-13 完成模型のスキャニング

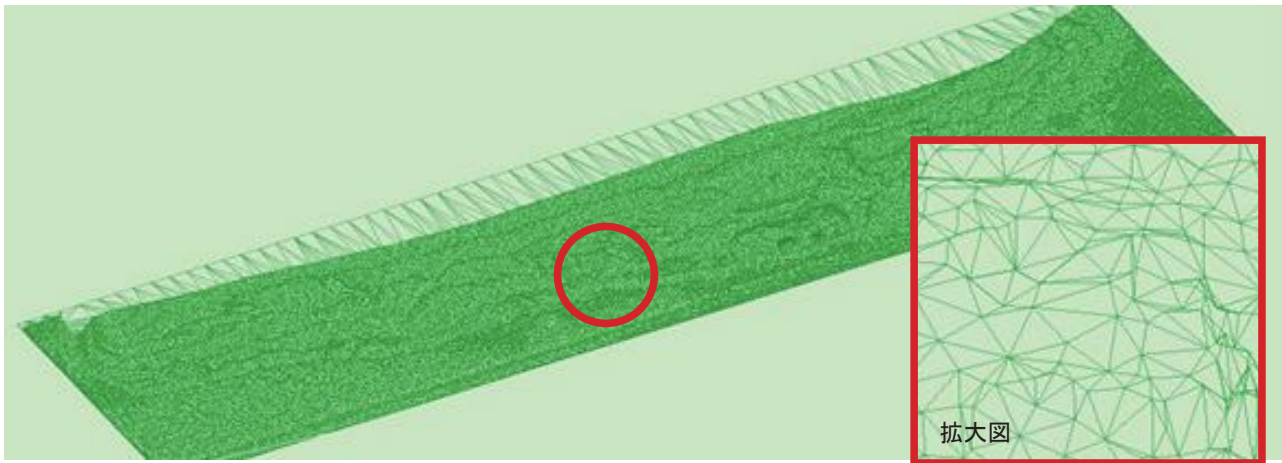


図 5-1-3 完成模型の CIM データ

(5) 岩掘削での活用

現場での施工は、図 5-1-4 のとおり施工した。

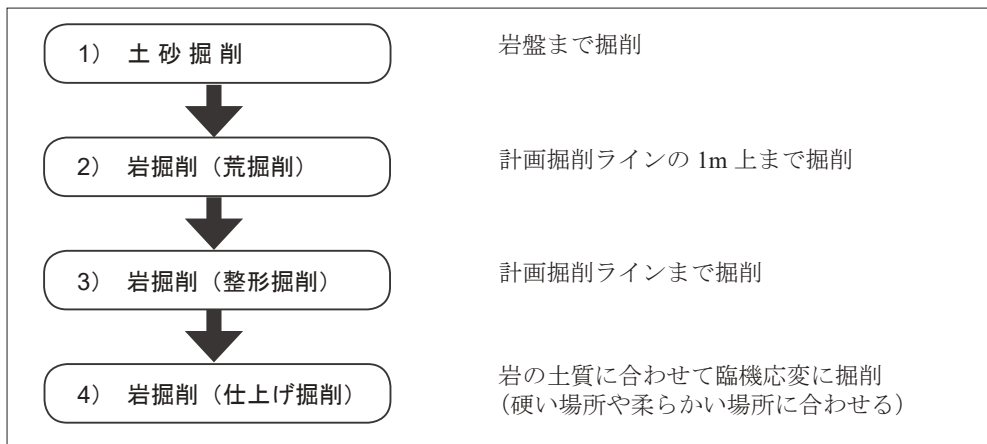


図 5-1-4 現場での施工手順

1) 土砂掘削

大型バックホウにて、岩盤まで掘削をおこなった。

2) 岩掘削 (荒掘削)

岩盤まで掘削後、スキャニングしたデータをインプットした GPS 測量機や重機で、岩盤に掘削高をマーキングし大型ブレーカで掘削をおこなった。



写真 5-1-14 GPS 測量機



写真 5-1-15 GPS 測量機  
(実際の計画掘削ラインまでの高さが表示される)





写真 5-1-16 完成模型データをインプットした重機



写真 5-1-17 CIM を活用した ICT 施工  
(実際の計画掘削ラインまでの高さが表示される)

### 3) 岩掘削（整形掘削）

上記、手順と同様におこない、掘削ライン近くは小型重機により掘削をおこなった。



写真 5-1-18 小型重機による掘削



写真 5-1-19 小型重機による掘削

### 4) 岩掘削（仕上げ掘削）

実際の岩質は「風化凝灰角礫岩」で硬い岩質や軟らかい岩質が入り混じっているため、仕上げ掘削はその岩質に応じて仕上げをおこなった。硬い所はあまり削りすぎないようにおこない、軟らかい所はそれなりに凹凸をつけた。



写真 5-1-20 人力による仕上げ掘削



写真 5-1-21 人力による仕上げ掘削



写真 5-1-22 岩掘削完了



写真 5-1-23 岩掘削完了

#### 5.1.4 CIM の活用効果

CIM の活用効果を以下にまとめる。

①完成モデルをスキャニングすることで、設計データの作成が難しい形状（流線形や凹凸が多い形）でも CIM を活用できる。

②計画データを作成することで、工事に携わる全員に完成形の形が分かり、工事が順調に進んだ。

#### 5.1.5 今後に向けて

近年、土木工事において周辺の環境に合わせた施工が多くなり、土木分野だけでなく環境分野を踏まえた施工が、今後主流になっていくと思われる。土木構造物が、単なる構造物でなく周辺住民の憩いの場所になるような施工をおこなうことが必要になる。本工事では、岩掘削などの自然と調和させるような工事において「どのように CIM を活用できるのか」の、一石を投じられたと思う。

今後、CIM を活用する工事は主流になり、CIM で活用できるデータを作成する技術者の育成が必要である。近年の土木工事の変遷を見ると、建設会社だけでなく、幅広い分野から土木工事への参入が可能になっていくと思われ、そうなることで、若手技術者の不足や労働者の高齢化問題などが解決していくことが望ましい。



### 補足（小林一郎追記）

当初、本案件は馬溪橋周辺（4.2節）と同様に、モデル空間の活用を考えていた（写真 5-1-24）。上曾木という名前で、掘削ということで、『CIMを学ぶ』で扱った鹿児島県の曾木分水路のような、①地形の3次元での検討、②設計案の3次元模型の作製、③模型を参照した施工、の順に進むことを想定していた。しかし、担当者は、5年間に限定された「床上浸水対策特別緊急事業」のため、同時に多くの案件を抱えており、この現場が必ずしも優先順位の高い案件でもなかった。

さらに、設計検討の結果、河道中央にある巨石を残した最終イメージを共有しようとして、図 5-1-5、図 5-1-6、図 5-1-7 のような仕上がりを想定したモデルを作ってみたが、上手くいかなかった。CAD というのは、人間のように、データがなくても「程よく形を作る」ということができない。そのうえ、実際に掘ってみないと巨石の大きさがどの程度になるかということも不確定であった。結局、設計としては、25 mピッチの横断図ができ、それによって岩掘削（荒掘削）をおこない、現地でその様子を確認し、仕上げ岩掘削（整形掘削）の方針を検討することとした。その後の仕上げの施工はすべて建設会社に委ねた。

この事例は、いわば、自動車の車体形状を検討するクレーモデルの土木版といえようか。2次元の設計横断面を尊重しつつ、全体の形状を、物理模型として作成し、その倍率を拡大して、現地でコピーしたことになる。現在 i-Construction でおこなわれている情報化施工では、3次元データ化された完成形の情報にしたがって掘削する。一方、このような岩の河床は、実際に掘り進みつつ、現場の状態に合わせて、程よく仕上げていくしかない。その意味では、自然地形に馴染む地形の創出への情報化施工の活用ということになる。大変優れた面白いアイデアであると感じた。ただし、仕上げはあくまで、従来の方法で丁寧におこなわれるべきである。



写真 5-1-24 上曾木地区

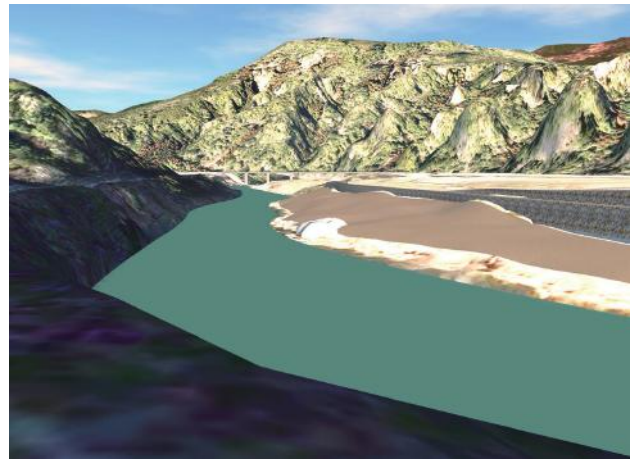


図 5-1-5 掘削・A案

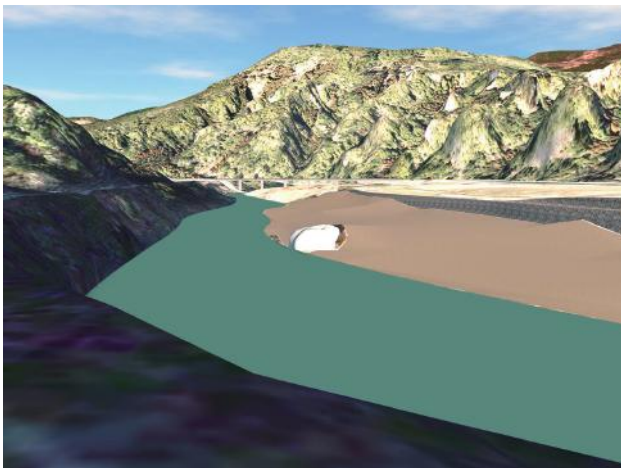


図 5-1-6 掘削・B案

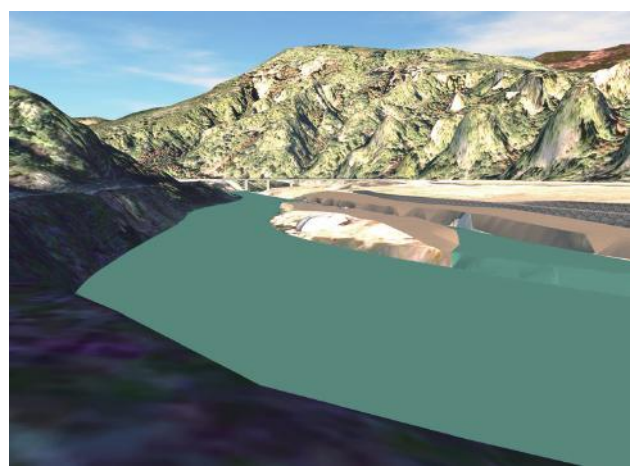


図 5-1-7 掘削・C案

