

第24回 国土技術開発賞 入賞

# 地すべり災害対応の BIM/CIM モデル

## 地すべり災害対応への BIM/CIM モデルの活用技術

〔受賞者〕 国立研究開発法人土木研究所

すぎもと ひろゆき たけした わたる

〔本稿執筆者〕 杉本 宏之、竹下 航

以下に、第24回 国土技術開発賞で入賞した「地すべり災害対応の BIM/CIM モデル」を紹介します。

### 1. はじめに

BIM/CIM (Building/Construction Information Modeling, Management) は、3次元モデルを活用して一連の建設生産・管理システムを高度化し、インフラ分野における DX を推進する重要なツールとなりうる。現在、土木構造物の設計・施工を中心に BIM/CIM の活用が進んでいるが、土木研究所では、災害時においても BIM/CIM を活用して迅速・効率的に緊急対応を実施できるように「地すべり災害対応の BIM/CIM モデル」を開発した(写真-1)。

この BIM/CIM モデルは、地すべり全体を俯瞰できる「鳥の目」の視点では、全体の状況を様々な位置・方向から確認でき、「虫の目」の視点では、各部分の詳細な状況がよく分かる。現地調査では、全体を俯瞰できる場所がない場合や、確認したい場所が危険なために近づけない場合もあるが、BIM/CIM モデルでは、「鳥の目、虫の目」で全体から細部まで確認することができる。本稿では、この BIM/CIM モデルの概要と活用等につ



写真-1 地すべり災害対応の BIM/CIM モデル

いて紹介する。

### 2. 災害対応時の課題

地すべり災害が発生した場合は、緊急的な対応として、現地調査を行った上で警戒避難対策や応急対策工事等の検討が行われる。その際には、地すべり周辺の斜面地形や地すべりによる変状発生状況、保全対象の位置等の3次元的な関係を踏まえ、地すべり災害の全体像を的確に把握した上で検討を行うことが重要である。

しかし、大規模な地すべり災害では、現地状況の情報不足や、逆に情報過多によって収集・整理が追いつかないなどの理由で、地すべり災害の全

体像の把握が難しい。また、災害時の対応は、国・都道府県・市町村の土木部局や防災部局、民間の調査会社、建設会社等の多数の関係機関が連携する必要があることから、地すべり災害の状況について十分に情報伝達・情報共有することが重要であるが、それらを地形図や写真だけで発災直後に迅速に行うことは難しい。

このような、「全体像把握が難しい」、「情報伝達・情報共有が難しい」という災害対応の現場での課題を解決するため、土木研究所では「地すべり災害対応のBIM/CIMモデル」を開発した。

### 3. BIM/CIMモデルの基本コンセプト

地すべり災害対応のBIM/CIMモデルは、発災直後の地すべり災害の全体像の3次元的把握や警戒避難対策、応急対策工事への活用を目的としており、1日程度の短期間で作成できることを重視している。

そのため、測量のような精度は求めず、地すべり災害の全体像の把握に必要なレベルの精度で作成することとし、迅速性を優先している。また、実施できる者が限定されないよう、一般的な技術の組み合わせによって作成可能なBIM/CIMモデルとなっている（表-1）。

表-1 地すべり災害対応のBIM/CIMモデルの基本コンセプト

目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>発災直後の地すべり災害の全体像の3次元的把握</li> <li>発災直後の警戒避難対策、応急対策工事の検討</li> </ul>
要件	<ul style="list-style-type: none"> <li>短時間で作成できること</li> <li>外業+内業：1.0日程度が目標</li> <li>一般的な技術で対応できること</li> <li>UAV写真撮影、SfM解析、GIS/CAD処理</li> <li>全体像が把握できる概略精度で可</li> <li>迅速性を優先し、精緻な精度は求めない</li> </ul>

### 4. BIM/CIMモデルの構成

地すべり災害対応のBIM/CIMモデルは、図-1に示すように、地すべり災害全体の概略地形デー

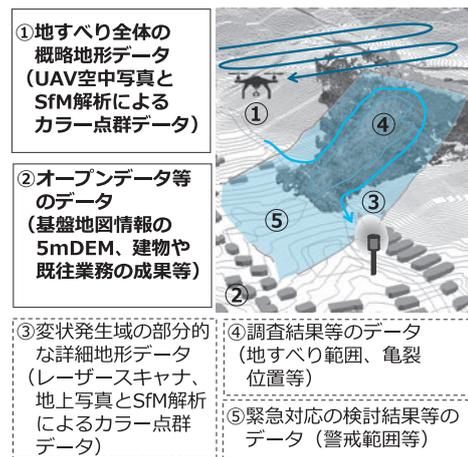


図-1 地すべり災害対応のBIM/CIMモデルの構成

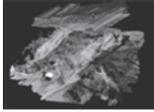
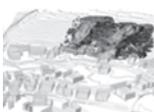
タ（災害後にUAVで撮影した空中写真からSfM解析で作成するカラー点群データ）とオープンデータ等のデータ（基盤地図情報のDEMや建物等の周辺の地形・地物等を表現するデータ）を基本とし、必要に応じて、変状発生域の部分的な詳細地形データや緊急時の調査結果のデータ、応急対策の検討結果のデータ等を組み合わせる。

### 5. BIM/CIMモデルの作成方法

概略地形モデル（カラー点群データ）とオープンデータを組み合わせた基本的な地すべり災害対応のBIM/CIMモデルを作成する場合、作業手順は表-2のとおりである。災害後にUAVで撮影した空中写真から作成するカラー点群データにより、災害の状況を「バーチャル現場」として表現することができ、地すべり周辺の地形・地物等についてはオープンデータを用いることで、1日程度の短時間で作成することが可能である。

地すべり全体の概略地形データは、UAVを用いて災害後の空中写真撮影を行い、SfM解析ソフトにより3次元点群データの生成を行う。この際、撮影範囲は地すべり全体を含めた地形と保全対象域が含まれるよう、広めに撮影できると望ましい。また、GPS位置情報付きの静止画として撮影すると、SfM解析の際に精度を確保しやすくなり、オープンデータ等の地図データとの重ね合わせが容易になる。

表-2 地すべり災害対応の BIM/CIM モデルの作成方法

作成手順	作業イメージ	必要な機材
ステップ① UAVによる 空中写真撮影		点検等で用いる 一般的な UAV
ステップ② SfMによる 点群データ作成		点群作成に用いる SfM ソフト
ステップ③ オープンデータの ダウンロード		解析やモデル作成等 に用いる PC
ステップ④ GIS/CADによる データ重ね合わせ		モデルの作成 表示に用いる GIS/CAD 等ソフト

撮影コースの設定にあたっては、多くの場合は地すべりが発生した斜面を対象に撮影することになることから、写真の死角を少なくするため、同じルートで斜め写真と垂直写真の2回撮影するのが有効である(図-2)。撮影枚数の設定は、SfM解析が可能な重複(進行方向ラップ率80%、隣接ラップ率60%程度を目安)で連続して複数枚撮影する。

地すべり災害対応の BIM/CIM モデルについては、国土交通省の「BIM/CIM 活用ガイドライン(案)第3編 砂防及び地すべり対策編」<sup>1)</sup>に採用され、地すべり分野の BIM/CIM モデルの一つとして標準化されている。また、ガイドラインを補足する資料として、詳細な作成方法や活用方法について「地すべり災害対応の BIM/CIM モデルに関する技術資料」<sup>2)</sup>にとりまとめ、土木研究所資料として公表している。作成される場合は、これ

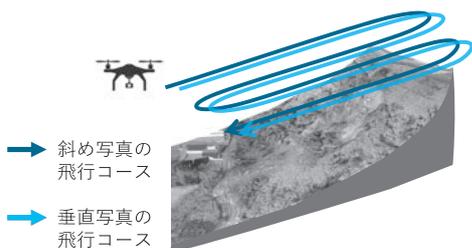


図-2 「斜め写真+垂直写真」による撮影方法イメージ

らの資料を参考にしていただきたい。

## 6. BIM/CIM モデルの活用とその効果

### (1) 地すべり災害の全体像の迅速な把握

地すべり災害の対応においては、まずは全体像の迅速な把握が重要である。全体像の把握が、今後の土砂移動の予測とリスク分析、対策の検討につながる。

従来は、発生直後には危険なために立ち入れない場所も多く、地すべりの規模が大きい場合等には全体像の把握、今後の土砂移動の予測とリスク分析に数日かかり、対策の全容がなかなか定まらないということもあった。現在は、災害対応に BIM/CIM が活用される事例も増えてきている。

地すべり災害対応の BIM/CIM モデルによって、地すべり周辺の斜面地形や地すべりによる変状発生状況、保全対象の位置等の3次元的な関係を踏まえ、地すべり災害の全体像を的確に把握する(図-3)。それによって、災害対応として実施すべきことの全容が早期に決まり、優先順位を付けながら迅速に対応することができるようになる。

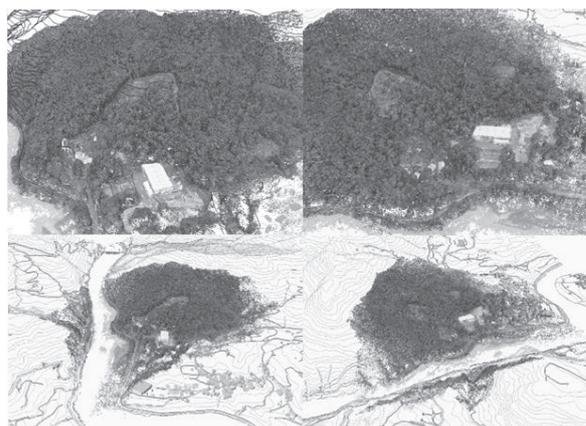


図-3 地すべり全体像の把握のために BIM/CIM モデルを様々な視点から見た例

### (2) 発生機構の検討

地すべり発生機構の検討は、災害発生直後の調査データが限られる状況では限られたものとなるが、カラー点群データ、地形解析図(傾斜、累積流量等)、地質図を重ね合わせることで、分析が

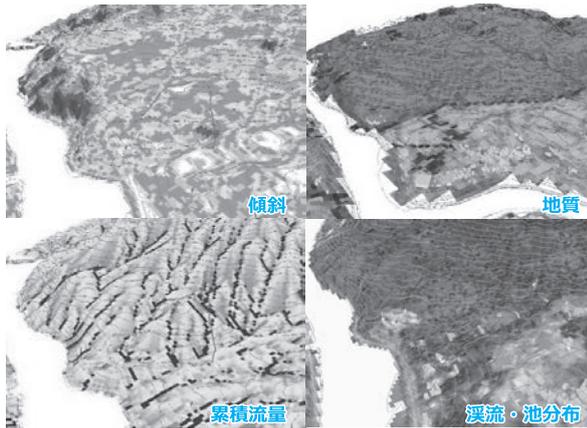


図-4 発生機構の検討

容易になった(図-4)。災害発生後の時間の経過に伴って調査データが増えることで、より精度を高めることもできる。

### (3) 警戒避難体制の検討

地すべり災害への緊急対応のソフト対策として、警戒避難体制の整備が行われる。警戒避難体制の整備において、警戒または避難が必要な範囲を検討する際には、地形や地質の情報を基に地す

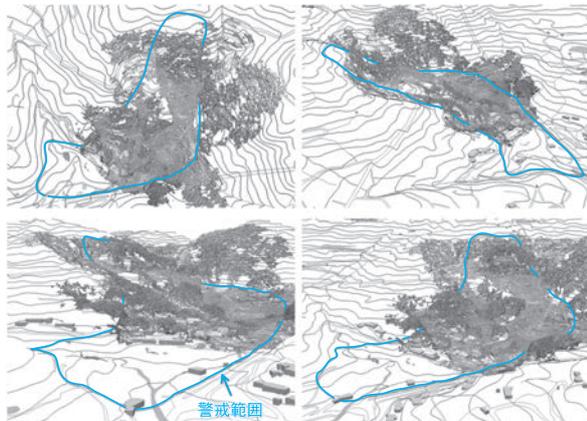


図-5 BIM/CIMモデルを用いた警戒範囲等の検討

べり発生機構についての概略の検討を行った上で、地すべり範囲、動きの方向、今後生じうる土砂移動の予測、保全対象の位置等の3次元的位置関係を確認することが重要である(図-5)。

### (4) 応急対策の検討

検討した地すべり発生機構を踏まえて、応急対策工の配置計画や施工計画の検討が行われる。施工計画の検討では、カラー点群データをバーチャル現場として用い、土砂の堆積や現地の地形、構造物・道路・河川・樹木の配置等の現地状況を詳しく確認した上で計画を立案することが有効である(図-6)。

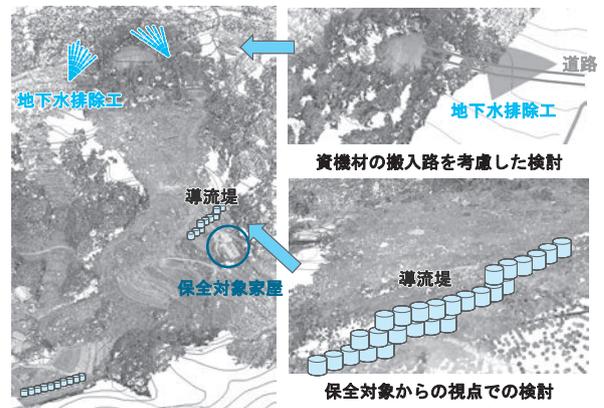


図-6 BIM/CIMモデルを用いた応急対策の検討

### (5) BIM/CIMモデルのオンライン共有

災害時の対応は、国・都道府県・市町村の土木部局や防災部局、民間の調査会社、建設会社等の多数の関係機関が連携する必要がある。情報伝達・情報共有にBIM/CIMを活用することで、状況認識の共通化、判断の迅速化、誤解による間違



写真-2 BIM/CIMモデルのオンライン共有

い防止等の効果が期待される。Web 会議において、コミュニケーションの質（情報量）が低下することがあるが、それをカバーする方法の一つとして、カラー点群データを含む BIM/CIM モデルを併用することが有効である（写真－2）。

#### (6) 会議や説明会での活用

BIM/CIM モデルの活用はリモートだけでなく、対面でのコミュニケーションにおいても有効である。カラー点群データによって「バーチャル現場」を表示しながらの説明は、地図等の資料よりも直感的で分かりやすい。

関係者の会議や住民説明会、マスコミ記者会見で活用することで、災害状況についての理解の向上、コミュニケーションの迅速化等が期待される（写真－3）。

## 7. おわりに

「地すべり災害対応の BIM/CIM モデル」は、国土交通省 BIM/CIM 活用ガイドラインにおいて、災害対応に特化した初のモデルである。汎用的な既存技術の組み合わせで作成できることから、本技術が災害対応に関わる国・地方自治体・民間企業等で活用され、迅速な災害対応が実現することが期待される。

最後になりましたが、BIM/CIM 作成・活用にご協力いただいた関係各位に、この場を借りて感謝申し上げます。

#### 【参考文献】

- 1) 国土交通省：BIM/CIM 活用ガイドライン（案）第3編 砂防及び地すべり対策編，2021.
- 2) 国立研究開発法人土木研究所土砂管理研究グループ 地すべりチーム：地すべり災害対応の BIM/CIM モデルに関する技術資料，土木研究所資料 第 4412 号，2021.



写真－3 会議や説明会での活用