

地すべり分野における CIM導入の取り組み

みやぎ あきひろ

宮城 昭博

(一財)砂防・地すべり技術センター

斜面保全部 技師

1. はじめに

近年、建設分野において、計画・調査・設計段階から、その後の施工及び維持管理段階を含めた一連の建設生産システムの効率化・高度化を図ることを目的としてBIM (Building Information Modeling)/ CIM(Construction Information Modeling/Management) の導入が検討されつつあります。事業全体にわたって3次元モデルを活用することにより、関係者間において各検討段階で得られた情報を随時共有することが可能となります。

このような流れの中で地すべり分野では、「CIM導入ガイドライン(案)第9編 地すべり編¹⁾」が令和元年5月に策定されています。「CIM導入ガイドライン(案)」は、「共通編」に加え、「土工編」・「河川編」・「ダム編」・「橋梁編」・「トンネル編」・「機械設備編」・「下水道編」・「地すべり編」の8分野で構成されています。

本稿では、その中で地すべり分野におけるCIM導入の取り組みについて、「CIM導入ガイドライン(案)第9編 地すべり編」の概要と、地すべり分野におけるCIMの活用事例についてご紹介します。

2. 地すべりCIMの概要

2.1 地すべり対策の流れ

地すべりの対策を実施するためには、調査や観測データからすべり面深度や地下水面等の地中の情報を評価・検討する地すべり機構解析が必要となります。具体的に

は、**図-1、2**のような平面図や断面図を用いて地すべり機構解析を実施します。複雑な地すべり機構を有する、または、地すべりの運動ブロックが大きくなる等、対象

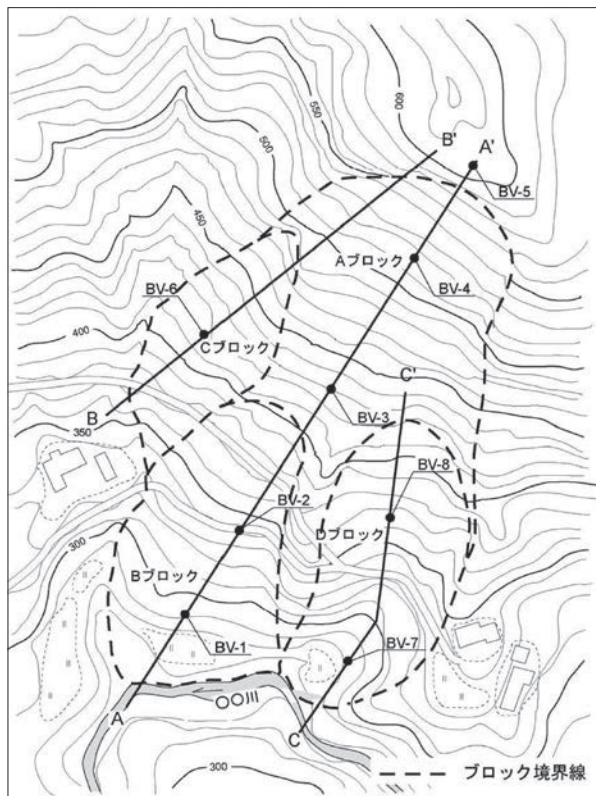


図-1 地すべり機構解析平面図²⁾

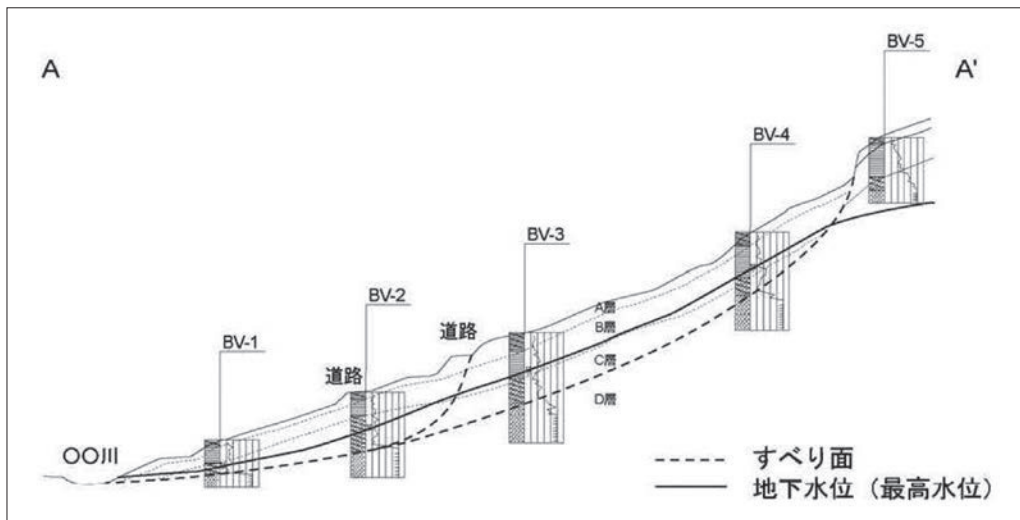


図-2 地すべり機構解析断面図²⁾

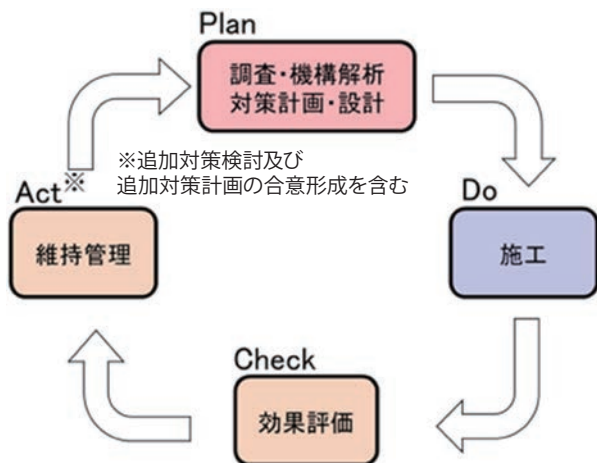


図-3 地すべり対策の流れ

とする地すべりブロックによっては、地すべり機構解析に必要な解析図やグラフ等の情報は増加します。

加えて、地すべり機構解析では、これらの2次元図面で表現された解析図や調査・観測を実施した地点における結果のグラフを基に、地すべり運動ブロックの形状や滑動方向等を3次的に捉える必要があり、経験的な判断が必要となります。そのため、技術者の経験値の差によって、イメージする地すべり機構が異なり、その検討内容や成果が異なる場合があります。

次に、地すべり機構解析により対策の対象とされたすべり面や地下水面に対して、対策工の配置計画や設計・施工を実施していきます。

そして、対策工を施工した後、施工した対策工の効果評価および維持管理を実施します。効果評価や維持管理の検討の結果に応じて、対策工の追加等の検討が必要な場合（例えば、対策計画時に想定した地下水の低下や地すべりの滑動状況の沈静化がみられない場合など）は、再度地すべり機構解析や配置計画等の検討を実施します。

以上のように、地すべり対策では、図-3に示す様な各段階の検討サイクル（調査や観測から地すべり機構解析、対策計画、設計、施工、効果評価、維持管理）を考慮し、効果的・効率的な対策の実施を図る必要があります。

2.2 地すべりCIMの概要

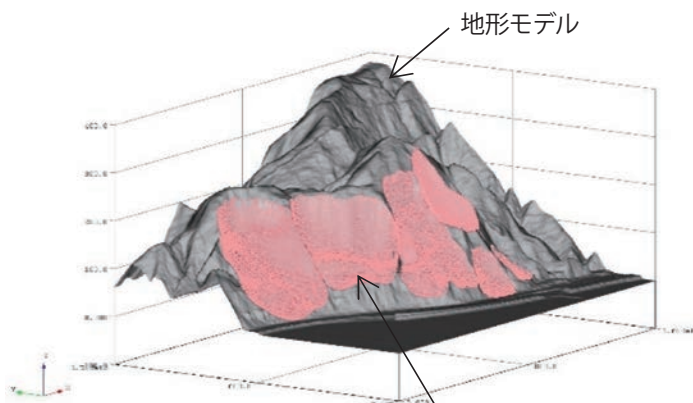
「CIM導入ガイドライン（案）第9編 地すべり編」では、地すべり分野におけるCIM活用の対象を、以下の各検討段階としています。

- 「地すべり機構解析」
- 「対策計画（地すべり防止施設配置計画）」
- 「地すべり防止施設的设计・施工」
- 「地すべり防止施設の効果評価」
- 「地すべり防止施設の維持管理」

なお、「地すべりCIM」とは、地すべり分野で活用されるCIMモデルの総称であり、地すべり機構解析の検討に資するために調査・観測結果をCIMモデル化した「地すべり機構解析CIMモデル（図-4）」と、地すべり防止施設をCIMモデル化した「地すべり防止施設のCIMモデル（図-5）」からなります。「地すべりCIM」は、前述の5つの検討段階において、作成・更新・活用を順次行い、検討の効率化・迅速化を後押しする「見守りCIM」としての特徴を有しています。

「CIM導入ガイドライン（案）第9編 地すべり編」では、CIMモデルに対する関係者間のイメージの共有を明確にするために、CIMモデル毎に詳細度を設定しています。地すべりCIMでは、「地すべり機構解析のCIMモデル」と「地すべり防止施設のCIMモデル」それぞれに対して詳細度が設定されています。

「地すべり機構解析のCIMモデル」の詳細度は、地すべり機構解析や対策計画検討に資するようなモデル化を念頭に詳細度100、200、300が設定されています。「地すべり機構解析のCIMモデル」の詳細度は、機構解析の複雑さや地すべり運動ブロックの規模などで変化する地すべり機構解析に必要な情報（調査・観測結果のグラフ



地すべり機構解析のCIMモデル (すべり面)
図-4 地すべり機構解析のCIMモデル

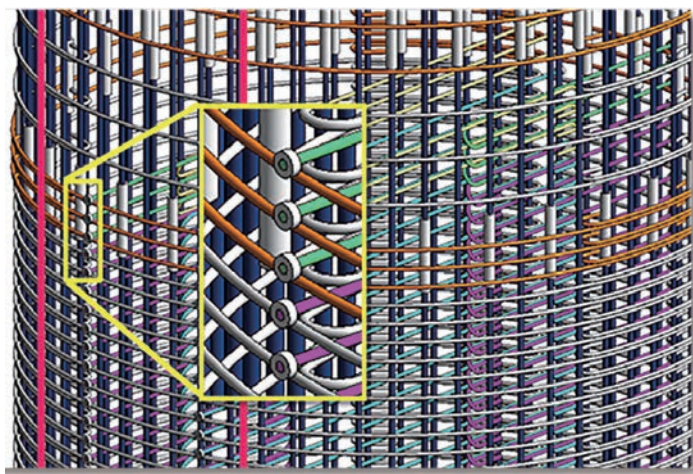


図-5 地すべり防止施設のCIMモデル(シャフト工)

や解析図など)量に応じて、個別の地すべり運動ブロックごとに一定の詳細度が設定されます。そのため、原則として、調査の追加による地すべりCIMモデルの更新に

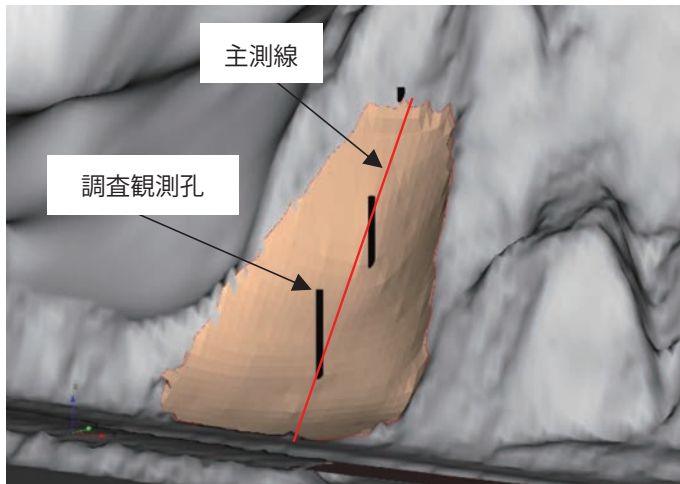


図-6 地すべり機構解析のCIMモデル(すべり面) (詳細度200)

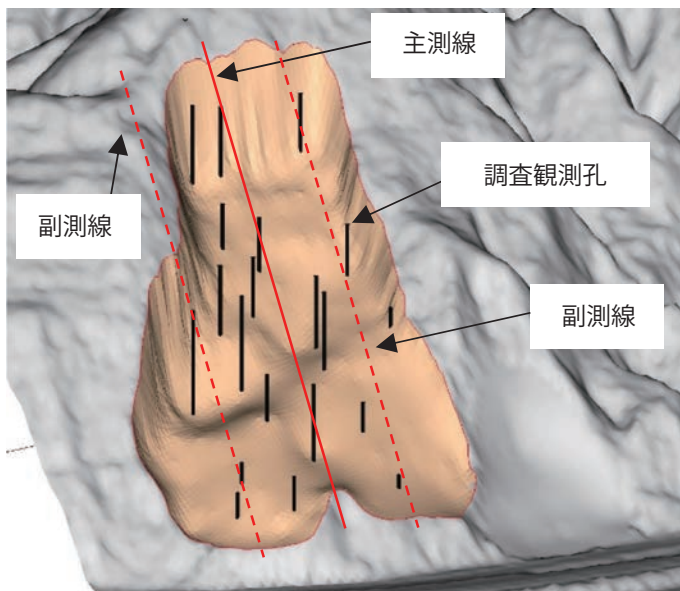


図-7 地すべり機構解析のCIMモデル(すべり面) (詳細度300)

よって詳細度が変更されるものではなく、機構解析の結果として、地すべり運動ブロックの規模や範囲が変更となった場合に変更されます。地中の情報を含めたCIMモデルは、詳細度200と詳細度300に分類され、

詳細度200では、主測線における調査・観測結果を用い、モデル化されます(図-6)。

詳細度300では、複数測線の調査・観測結果を用い、3次元的地すべり機構の解釈を加え、モデル化されます(図-7)。

一方、「地すべり防止施設のCIMモデル」の詳細度は、共通編等に記載されている構造物モデルの設定に準拠して詳細度100、200、300、400が設定されています。「地すべり防止施設のCIMモデル」の詳細度は、「地すべり機構解析のCIMモデル」の詳細度と異なり、予備設計～詳細設計の検討段階から施工段階に至るまでに実施される調査等の結果を用い、地すべりCIMの活用方法に応じて、順次見直されるものとされています。地すべりCIMでは、「地すべり機構解析のCIMモデル」と「地すべり防止施設のCIMモデル」とを各検討段階の目的に応じて重ね合わせ「統合モデル(図-8)」とすることができます。

3. 地すべりCIMの活用

3.1 対策計画(地すべり防止施設配置計画)検討における活用

地すべり対策では、地すべり防止施設を効果的かつ効率的に配置する必要があります。配置計画検討では、統合したモデルを用いることにより、すべり面や地下水面に対して効率的に地すべり防止施設が配置されているかのチェックや既存の地すべり防止施設と新設する地すべり防止施設との干渉の確認等が可能となります。

地すべり防止施設配置のチェックは、具体的に

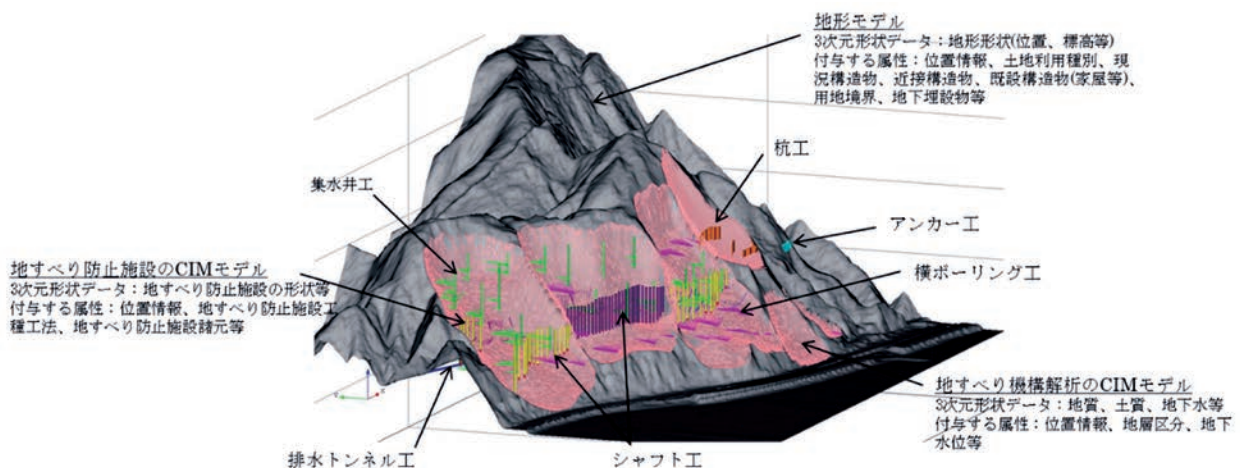


図-8 統合モデル 例

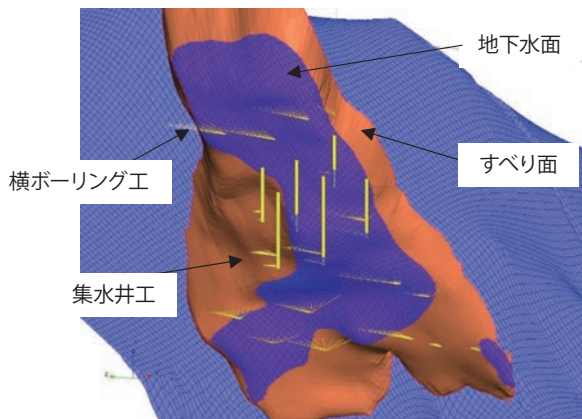


図-9 統合モデルによる地すべり防止施設配置計画検討 例

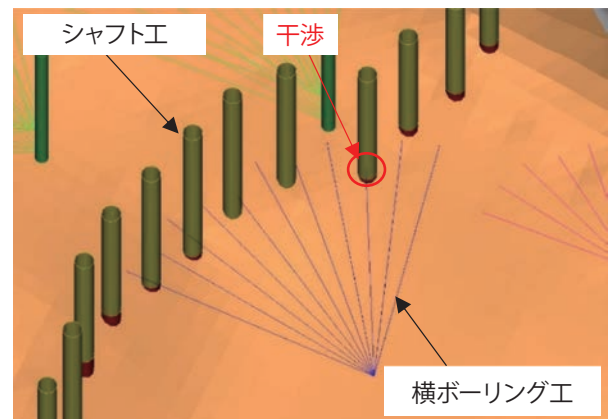


図-10 地すべり防止施設のCIMモデルを用いた防止施設間の干渉確認 例

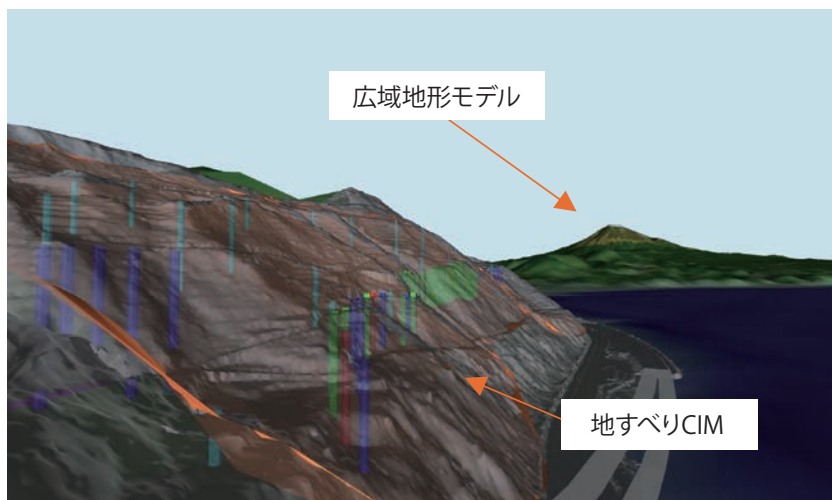


図-11 広域地形モデルと地すべりCIMの統合モデル 例²⁾

は図-9に示すように、すべり面と地下水面に対して、地下水排除工の配置を3次的に把握する事ができ、地下水排除工の効率的な配置が可能となります。

また、図-10のように、地すべり防止施設の配置計画段階での位置を3次的に表現することにより、各地すべり防止施設間の干渉の有無を早い段階で確認が可能となります。例えば、図-10の場合、横ボーリング工の配置の変更や集水管の延長の変更等、地すべり防止施設の効率的な配置を設計の早い段階で検討することにより、施工段階での生産性の向上に寄与すると考えられます。

3.2 その他の活用

地すべりCIMにおいては、設計・施工段階においても、3次元設計データの受け渡しや、施工ヤード等を3次元化することによる安全管理などの省人化や工事日数の削減を含め生産性の向上への活用が期待されます。

また、広域地形モデル（数値地図等の対象地区を含む広域な範囲の地形モデル）と地すべりCIMとを統合したモデル（図-11）は、防災教育等の資料として用いることで、視覚的に地すべり防止施設の配置や効果について、理解し共有するための資料の作成が容易になると考えます。

4. 地すべりCIMの今後の展望

今後、地すべりCIMを発展させていくためには、地すべりCIMの作成・更新を様々な地すべりを対象に実施していく必要があると考えます。また、地すべり対策の検討サイクルの中で、地すべりCIMを活用した検討手法の確立も必要と考えます。併せて、地すべりCIMの作成・更新が容易となり普及が促進されるような、活用支援ツールの開発が活発に行われることが期待されます。

引用文献

- 1) 国土交通省（2019）：CIM導入ガイドライン（案）第9編 地すべり編、<http://www.mlit.go.jp/common/001289037.pdf>（参照日2019年12月19日）
- 2) 国土交通省砂防部・独立行政法人土木研究所（2008）：地すべり防止技術指針及び同解説、社団法人全国治水砂防協会、pp.48-49
- 3) 国土交通省中部地方整備局富士砂防事務所（2019）：ふじあざみ、No.111