

譲原地すべりにおける CIM設計の取り組みについて

星野 光男

関東地方整備局 利根川水系砂防事務所 調査課

(〒377-8566 群馬県渋川市渋川121-1)

譲原地すべりの下久保地区において、今後対策を実施するAブロックの地すべり対策施設のCIM設計を実施した。CIM設計は、2次元設計成果を3次元モデルとして作成し、その結果から課題点を修正する方法により実施した。CIM設計を実施するにあたり、まずは地表面、すべり面の3次元モデルを作成し、その際、地すべり側部は調査空白域のため、すべり面形状を曲面推定アルゴリズムで設定したが、すべり面を皿状とした場合には側部で地すべり対策工と干渉するため過年度施工実績等を参考に箱状に設定した。CIM設計は集水井工に対して実施し、集水井深度、集水井ボーリングのすべり面貫通量に課題があったため、それらを修正して適切な設計とした。

キーワード 地すべり、CIMモデル、集水井設計、集水井ボーリング工設計、関係機関協議

1. はじめに

関東地方整備局では2023年度のBIM/CIM原則適用に向けてロードマップを作成し、適用範囲を段階的に拡大している。利根川水系砂防事務所においても順次CIM設計を進める中で、CIM活用モデル業務として譲原地すべり対策のCIM設計を行ったものである。

今回は、譲原地すべりの未施工箇所であるAブロックにおいて2次元設計成果のCIMモデル化により照査を行い、地すべり対策施設を設計した事例を通して、今後の課題や活用方法を報告するものである。

2. 譲原地すべり概要

譲原地すべりの位置は、群馬県南西部の利根川水系神流川中流左岸（下久保ダム直下流左岸）に分布する地すべり地で、面積は約100ha、幅（上下流方向）約2,000m、奥行き（横断方向）約800mとなっている。

譲原地すべりは、下久保地区と栢ヶ舞地区に大別され、基盤岩は三波川帯の結晶片岩類であり、破砕帯地すべりに分類され、すべり面の深さは最大で50mほどで、全体土量は約2000万 m^3 となっている。

地すべり区域内には複数の集落や国道462号が存在しており、近年では1991年～1992年にかけて集中豪雨に

より地すべりが活発化し、家屋、国道462号線に変状が発生している。そのため、保全対象や下流域に対する土砂・洪水氾濫被害防止を目的として、1995年度より直轄事業で地すべり対策を実施している。

現在、栢ヶ舞地区は抑制工の整備終了により、地区全体の地すべり活動は沈静化しているが、浅い層でのすべり面が確認されるなど未だに解明できていない動きもある。

また、下久保地区は2004年度より抑制工が順次施工されている。

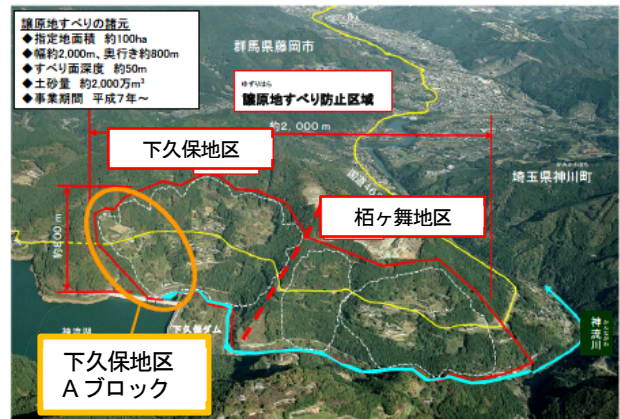


図-1 譲原地すべり全景

3. CIMモデルの作成

対策工設計にあたり、下久保地区の地形モデル、すべり面モデルを3次元化した。地形モデルはUAVレーザー測量データにより作成した。図-2にAブロックの地形モデルを示す。

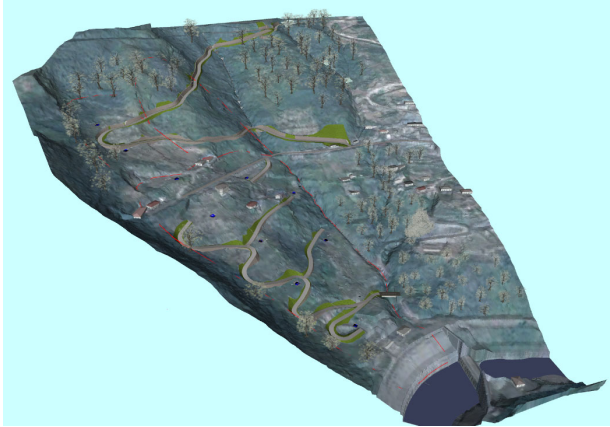
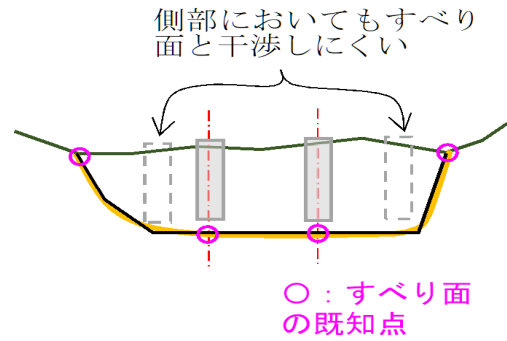


図-2 Aブロック地形モデル

すべり面形状は、2次元平面図、縦断面図により作成したが、すべり面の断面が縦横断方向に多数設定され、ある程度三次元的な解釈がなされている場合には問題がないが、Aブロックは調査密度が低く、すべり面の横断面図が作成されていないため、曲面推定アルゴリズムで設定したすべり面と二次元で計画した構造物が整合しない問題が発生した。そのため、図-3に示す方法によりすべり面を修正した。これは、過年度の他ブロックの集水井工の施工実績等より、すべり面側部付近においても集水井がすべり面を貫通した実績が無いこと確認し、すべり面側部形状を修正した。作成したすべり面モデルを図-4に示す。なお、Aブロックには3つのすべり面が存在する。



<修正後>

底面深さが一様なすべり面（箱状）
底面深さをできるだけ一様にする
ことで主断面で計画した対策工が側部
付近においても整合しやすくなる。

図-3 すべり面の修正（横断形状）

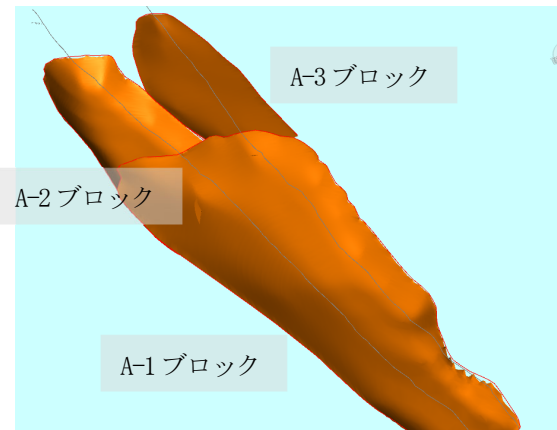


図-4 Aブロックすべり面モデル

これら3次元モデルをもとに集水井の設計を実施した。

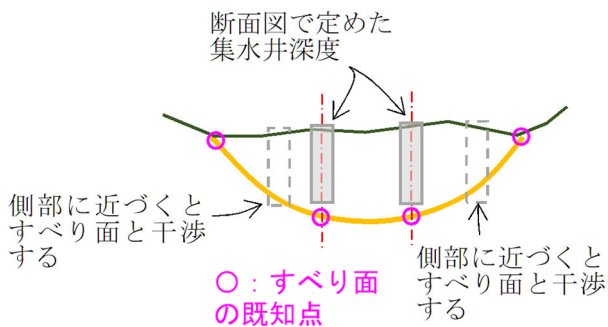
4. 3次元モデルによる集水井工設計

3.で示した3次元モデルにより集水井工の設計を行った。図-5に譲原地すべり対策工配置計画を示す。同図のAブロック内にある緑色の扇形が設計対象である。

A-3ブロックには横ボーリング工も計画されているが、今回は集水井工の設計について述べる。

集水井工の設計は「地すべり防止技術指針及び同解説」に準拠して実施した。同指針においては、集水ボーリングはすべり面を5～10m貫通することや集水井深度はすべり面から2m以上浅くすること等、すべり面が3次元形状となったことにより影響がある設計ルールがある。

そのため、これらルールを目視で確認出来るように工夫し、概略設計成果を図-6に示すモデルにより作成して照査を行った。これは、集水ボーリング工の先端5mおよび5mピッチで色分けした標尺により、すべり面の貫通量を確認する方法で、集水井深度は、集水井深度に2mの



<修正前>

曲線の滑らかなすべり面（皿状）
地すべり側部に近い位置では二次元
断面で計画した対策工とすべり面深
度が整合しにくくなる。



円柱を追加することにより、すべり面から2m以上離隔があることを確認した。

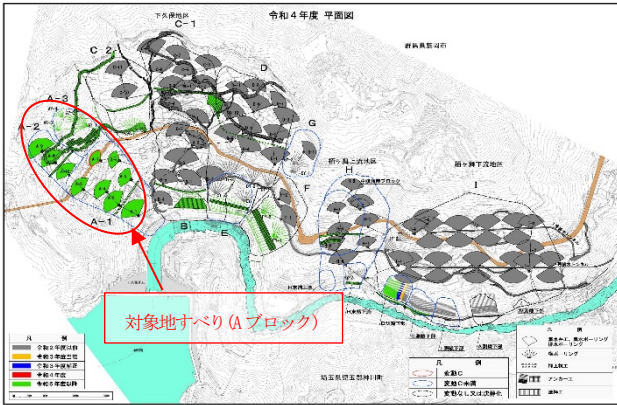


図-5 下久保地区地すべり対策計画

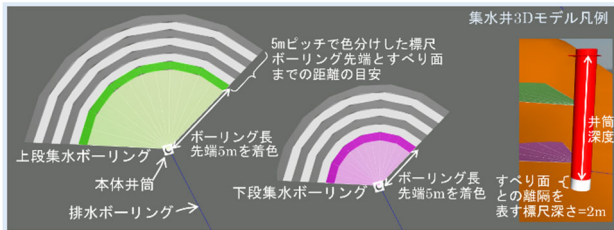


図-6 照査のためのモデル

(1) 集水井深度

集水井深度を図-7に示すモデルで確認したところ、井筒深度とすべり面との間に十分な離隔が小さい、あるいは井筒がすべり面を貫いてしまう集水井があることがわかった。特にこの傾向は、主測線から離れた地すべり側部付近において顕著であり、これら集水井は井筒深度を見直す必要が生じた。また、排水ボーリングの高さも変わるため、排水先の検討も併せて実施した。

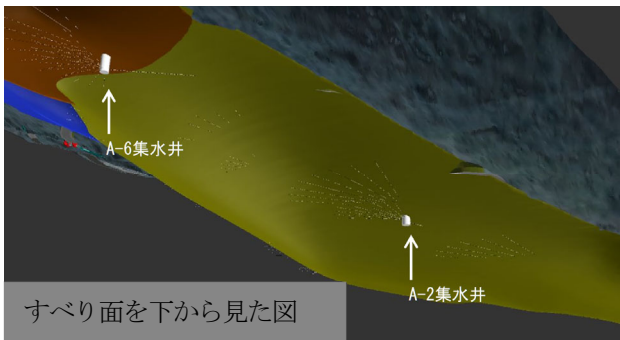


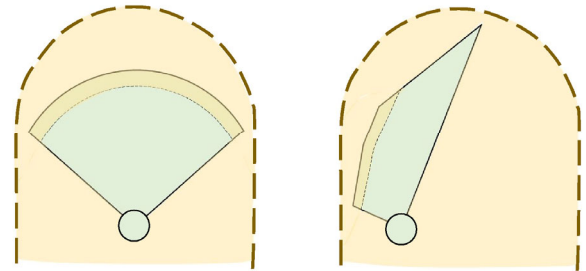
図-7 すべり面を貫通した集水井

(2) 集水ボーリング工

集水ボーリング工は井筒深度の変更に伴い、集水ボーリング工の基準高を変更する必要があった。そのため、すべり面と集水ボーリングの距離が変わり、延長の変更

等の検討が必要となった。また、集水ボーリングとすべり面の交わり方を3次元で検討した場合、二次元で想定していた形状とは異なり、側部に近づくほどすべり面にすぐに到達してしまうため集水ボーリング長は短くなり、また、地すべり中央方向に向かう集水ボーリングはすべり面と交わらない等、すべり面と集水ボーリングの距離は不均一であり長くなる傾向にある。(図-8参照)

この傾向は側部に近い施設ほど顕著となり、集水ボーリングの長さ、方向、範囲を調整する必要が生じた。



(a)2次元設計で想定する形状 (b)3次元設計で確認される状況

図-8 集水ボーリング工の課題

(3) 修正結果

(1)、(2)で示した課題を解決するために、集水井深度、集水ボーリング長をCIMモデルにより修正を行った。その結果を図-9～図-11に示す。図-9に示すように、集水井深度はすべり面から2m以上の離隔がとれるように集水井深度を調整した。

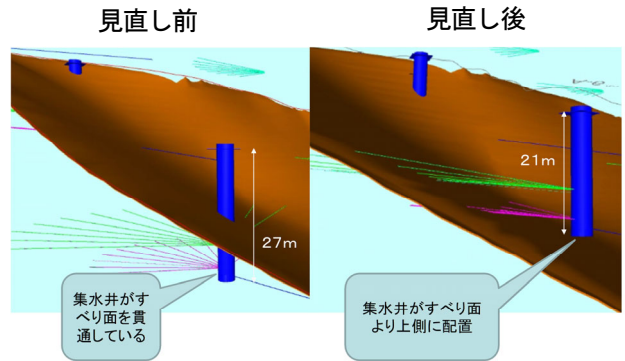


図-9 集水井深度の修正

図-10に集水ボーリング工の配置をすべり面を下側から見たモデル図を示す。図中の緑色とピンク色の線がすべり面を貫通した状況をあらわしており、その長さが貫通量となる。図-10の左図(見直し前)において集水ボーリングが配置されている箇所を確認できない場合は、貫通していないことを示している。右図(見直し後)は集水ボーリングが均等に貫通していることが分かる。

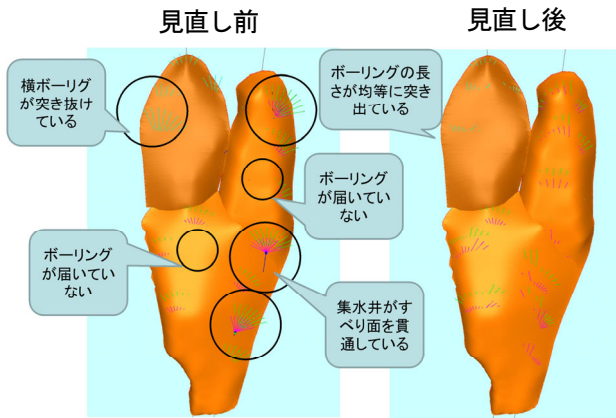


図-10 集水ボーリング工 (すべり面背面)

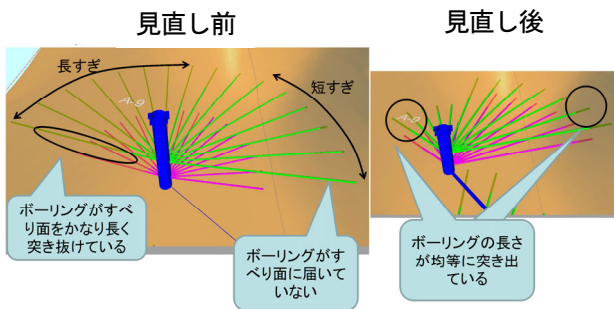


図-11 集水ボーリング工 (すべり面内)

図-11にすべり面内の集水井の状況を示す。図中の線のうち、色合いが暗色となっている箇所がすべり面以深をあらわしている。図-11の左図(見直し前)では集水井左側の集水ボーリングの貫通量が大きく、集水井右側の集水ボーリングの一部はすべり面を貫通できていないことが分かる。これらを修正した状況が右図(見直し後)である。なお、集水ボーリング工の長さは、1本ごとに修正することも可能であるが、施工時に煩雑になることを避けるために、3段階で長さを調整することにした。

5. まとめ

今回は地すべり対策施設である集水井工をCIM設計を実施した際の課題と解決方法について述べた。CIMモデルは直感的に理解がしやすい一方で、いくつか課題も生じた。地すべりにおけるCIMモデル設計の今後の課題や活用方法を整理した。

【今後の課題】

- ・現状では三次元すべり面の精度が低いため、機構解析の精度向上が必要であり、地質調査も3次的に把握出来るような配置が必要となる。
- ・3次元モデルとは別に2次元設計図面を作成する必要がある。

- ・工事を行うための仕様とはなっていないため、施工業者などからヒアリングを行い、必要なデータの作成を行う必要がある。

【活用方法】

- ・立体的に配置される構造物の関係を把握しやすいので打合せ等で活用することにより理解を深めやすくなる。(写真-1 土木研究所での協議の例)
- ・防災センターなどにCIMモデルを搭載したパソコンを置くことで、一般の方にも普段見ることのできない地下構造物の配置状況を一目で分かりやすく説明することができる。
- ・今回は集水井の位置を動かさなかったため経済性は上がっていないが、当初配置計画から3次元で検討することにより経済性の向上が期待できる。
- ・地すべり観測結果を取り込み蓄積することで、経年的な地すべり挙動を視覚的に把握できる。
- ・施設点検結果を蓄積することにより、施設の老朽化の進み具合の把握ができ、維持管理や長寿命化計画への反映が期待できる。



写真-1 土木研究所での協議状況