

堆積段丘における BIM/CIM 試行事例

新和設計株式会社 ○富取 俊馨, 遠藤 真哉

1. はじめに

BIM/CIM の適用が進みにくい背景に地質モデルの場合は限られた調査結果に基づくものであることが多く、本質的に不確実性を伴うため地形や構造物の場合と比べて地質技術者の判断を必要とすることが一因¹⁾と指摘されている。

BIM/CIM 活用の事例として堆積段丘分布地を対象とした。堆積段丘が離水する前段階である堆積低地は地盤条件などが場所によって著しく変化する。このため堆積段丘堆積物の下に昔の谷地形である埋没谷が存在する段丘は複雑な地質と言われる。

山形県内山間地の谷部に計画された橋梁や砂防ダムにおける地質調査の多くのサイトで埋没谷を有する堆積段丘に遭遇した事例がある。限りある調査での構造物基礎位置の設定は難しい。地形・地質の基本的な原理を用いて埋没谷における旧谷地形（支持地盤）の想定確度向上を目指した。このサイトで道路橋を架橋すると仮定して橋台基礎位置の検討を行った。埋没谷の 3D 地質モデルを構築し、岩盤上面をサーフェスモデルで可視化し、橋台基礎位置を 3D で検討した。

2. 堆積段丘

(1) 東北地方の堆積段丘

東北地方における既往研究では、山間河谷に幅広く連続性がある最低位の河岸段丘が堆積段丘の性格を持ち、最終氷期後半の埋積終了後から1万年 B. P. の間の時期に形成されたことが明らかにされている²⁾。山形県内の既往研究では県央の乱川水系・立谷川水系および高瀬川水系で堆積段丘の報告がある³⁾。また、山形県南西部の荒川上流域や荒川右 c 支川の玉川流域で堆積段丘の報告がある⁴⁾。

これらの報告では、最終氷期における河川の埋積が中部山岳地域などと調和的であることから、気候変動による形成の可能性が高いと指摘している⁴⁾。

従って、著者らが遭遇した事例以上に埋没谷を有する堆積段丘が分布している可能性が高い。

(2) 読図による堆積段丘の識別方法

堆積段丘は、谷低堆積低地が離水して形成されたものなので、その形成過程を理解することで堆積段丘を識別できる。谷低堆積低地は欠床谷が埋められて平坦な低地を形成する(図-1)。谷低堆積低地の地形的特徴は以下の通りである⁵⁾。

- ・山麓線がリアス式海岸線のように屈曲に富む。
- ・支流の谷低にも低平地が樹枝状に入り組んでいる。
- ・山腹斜面と低地が接する山麓線は遷緩線である。

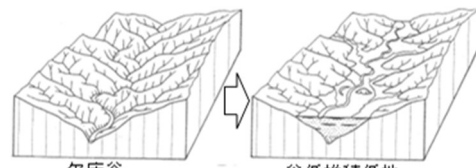


図-1 谷低堆積低地の形成過程

識別するポイントを図-2 にまとめた。

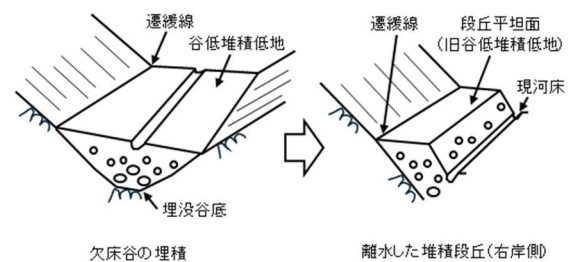


図-2 谷低堆積低地から堆積段丘

3. サイトの地形・地質

(1) 地形

報告するサイトは上記識別するポイントに基づいて選定し、かつ、ボーリングデータが公表⁶⁾されている地点を設定した。

サイトは、河谷に幅広く段丘平坦面を有しており平坦面の右岸側山腹との境界は遷緩線からなる。左岸側の山腹は現河谷が下刻し河床には岩盤が露出している。

(2) 地質

基盤岩は新第三系の安山岩からなり左右岸山腹に分布している。堆積段丘を構成する第四系の段丘砂礫層が被覆している。堆積段丘であることから砂礫層下に旧河谷が分布している。ボーリングデータで確認された着岩深度と山腹斜面を延長して旧河谷の形状を検討するが、旧河谷流芯の位置と旧河床勾配に留意した。ボーリングデータを参照すると岩盤上面に風化帯が存在しており旧山腹斜面と判断し、左右岸山腹斜面形状の延長を想定して旧河谷を設定した。3D 地質モデル(地盤モデル)生成には Geo-Graphia³⁷⁾を用いたが、支持地盤となる CM 岩盤上面のサーフェスモデルを自動で生成すると、上記留意事項に矛盾が生じるため、補間データを入れて地盤モデル(堆積段丘部に位置する右岸橋台部)とした(図-3)。



図-3 地盤モデル

4. 支持地盤と橋台位置の検討

(1) 斜面上の基礎

段丘砂礫層下に支持地盤が分布することから、斜面でのコントロール⁸⁾を参照して検討した(図-4)。

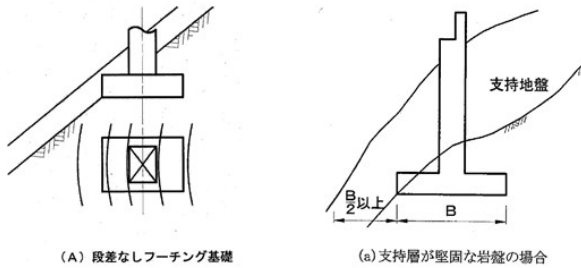


図-4 斜面上の基礎

(2) 橋台位置の3D 検討

3次元地質モデリングソフトで作成した地盤データを3次元 CAD に取り込み、橋台の配置検討を行った。図-5に地表モデル(緑)と地盤モデル(橙)を示す。地表モデルには国土地理院の基盤地図情報を使用した⁹⁾。3次元モデルを活用することにより、面的に地形・地質を理解することができる。

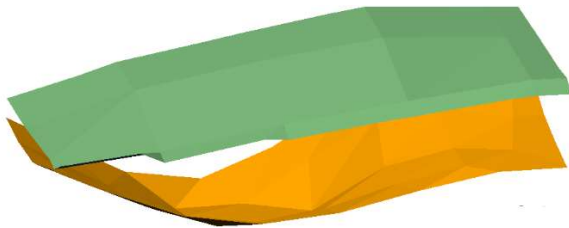


図-5 地表モデルと支持地盤モデル

橋台の配置は、支持地盤面を確認して検討を行った。本試行では直接基礎形式の橋台を想定しているため、基礎が支持地盤サーフェスまで到達しているかを3次元上で確認しながら検討を行った。図-6に橋台の配置検討例を示す。

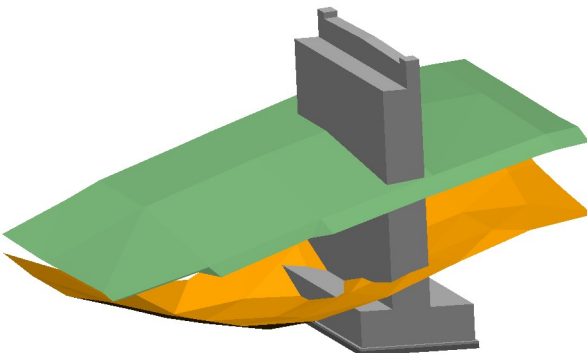


図-6 橋台の配置

3D モデルを用いることで、支持地盤と地表面、橋台の位置関係を3次元で確認し視覚的な把握が容易である。そのため、複数案を3次元上に並べての比較検討においても位置関係を理解しやすく有用であると考えられる(図-7)。

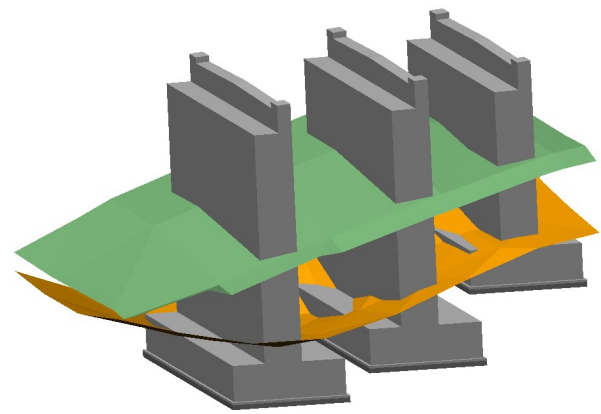


図-7 比較検討

5. まとめ

堆積段丘の形成過程に留意して地下地質を推定することで BIM/CIM 構築に必要な3D 地質モデルが生成できることを示した。生成した支持地盤のサーフェスモデルを用いて橋台基礎位置の検討が3D で可能となり、合理的な設計ができることを示した。

《引用・参考文献》

- 1) 国土地盤情報センター(2022) : 3次元地質・土質モデルガイドブック, p. 80.
<https://mapps.gsi.go.jp/maplibSearch.do#1>.
- 2) 豊島正幸(1987) : 米代川支流, 小猿部川における最終氷期後半以降の河成段丘形成. 地理評, 60(Ser. A), pp. 40-51.
- 3) Toyoshima.M(1981) : A Geohistorical Study of Fluvial Land form through the Last 30,000 Years at the Eastern Fringe of the Yamagata Basin, Japan. Sci. Repts. Tohoku Univ., 7th Ser. (Geogr.), 31. pp. 15-28.
- 4) 山中英二・八木浩司(1987) : 最終氷期における飯豊山地および朝日山地周辺の堆積段丘の形成. 東北地理, Vol. 39, pp. 283-301.
- 5) 鈴木隆介(1998) : 建設技術者のための地形図読図入門, 第2巻, 低地, 古今書院. pp. 206-365.
- 6) 国土地盤情報検索サイト : (最終閲覧日2025. 5. 10),
<https://ngic.or.jp/>
- 7) Geo-Graphia3 地層科学研究所 : (最終閲覧日2025.5.10),
<https://www.geolab.jp/software/element/software-gg3/>
- 8) NEXCO(2016) : 設計要領 第二集[橋梁建設編], 3-4斜面上の直接基礎, 3-4-1形状・寸法の計画, pp. 4-19 - 4-20.
- 9) 国土地理院 基盤地図情報ダウンロードサービス:(最終閲覧日2025.5.12),
<https://service.gsi.go.jp/kiban/>