

第25回技術論文 **論文** 図表も含めて4Pにおさめてください。5頁目には要旨をお書きください。2段組みで、MS 明朝 10.5、22文字×39行（1Pは28行）が目安です。

『3Dモデルの活用による現地照査の実施』

所属技士会名：北海道土木施工管理技士会

会社名：丸彦渡辺建設株式会社

主執筆者：土木部工事グループ 工事長 近藤 弘樹 C011000310

共同執筆者：土木部工事グループ 井田 智樹 C001000391

1. はじめに

(1)工事名：防災・安全交付金事業

烏帽子橋耐震補強ほか工事

(2)発注者：札幌市建設局土木部

(3)工事場所：札幌市南区定山溪

2310 林班地先ほか

(4)工期：令和元年6月24日

～令和2年5月18日

烏帽子橋(図-1)は、主要道道小樽定山溪線のダム湖であるさっぽろ湖に架かる橋梁群の一つで、札幌市橋梁長寿命化修繕計画及び札幌市地域防災計画に基づき、橋梁補修工事及び橋梁耐震化を行うものである。小樽定山溪線は札幌市の奥座敷である定山溪温泉から小樽に向かう通称『レークライン』と呼ばれるほど景色が良く、秋の紅葉狩りや冬はスキー場を利用する車両など、年間を通じて通行量の多い北海道を代表する観光道路である。橋脚の耐震補強工事はダム湖の水位を2年に1度、隔年で計画的に低下させる11月から4月末までの間で施工しなければならず、事前の計画で問題を解決し、無駄のない施工を行う必要があった。

2. 現場における問題点

現場の問題点としては、道道から橋脚施工箇所までの最大高低差が約15mあり、施工時期は雪が積もっていることから、仮設計画を立案するうえでは次の点に留意しなければならなかった。

①凍結時のスリップにより重機が滑落しないよう仮設道路の線形を設定する。

②仮設道路の他に資材や残土の置き場所を確保する必要がある。

③橋脚の浮き上り対策を目的とした擁壁工を施工するP2橋脚へのアクセス及び、H鋼打設とアンカー施工足場の検討。

④BH杭打ち機やアンカー施工機械の搬入計画。

⑤擁壁工の仮設計画。

を施工開始前に終了させておく必要があった。



図-1 施工内容

3. 工夫と改善点

仮設計画を立案するうえで、現地の地形データを確認する必要があったが、橋脚補強箇所の山側は急峻な樹木が生い茂った山間地形、谷側はダム湖で水面下の地盤も急であり(図-2)正確な地盤は水位低下後でないと測定できず、TSなどの測

第25回技術論文 **論文** 図表も含めて4Pにおさめてください。5頁目には要旨をお書きください。2段組みで、MS明朝10.5、22文字×39行（1Pは28行）が目安です。

量機械を用いた縦横断測量では細部まで地形を把握するのに時間がかかり危険なこと、通常のUAV測量では樹木が支障となり正確なデータが取得できず、樹木の伐採後では時間的に間に合わなくなることから、レーザーによるUAV測量を採用し、ダム湖の水位以下についてはマルチビーム深淺測量を行い、点群処理したデータをもとに3次元化することで、着手前に現地の状況を詳細に把握することができた。

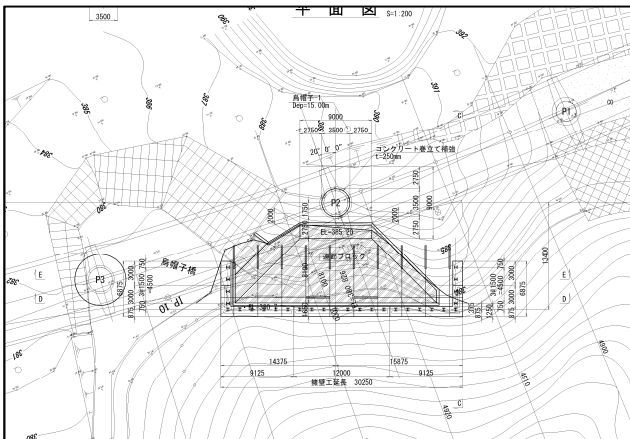


図-2 平面図

点群データをもとに3次元化した現地データに3D完成モデルを作成し(図-3)仮設計画を行うことで、急峻な地形での道路幅員や縦断勾配の設定、掘削土の仮置き場や資材置き場の配置など事前に計画することができた。



図-3 3Dモデルによる仮設道路検討

特に、P2橋脚付近は幅員が狭く山側、谷側とも急な斜面となっており、通常は最適な計画とな

るよう、平面図、縦断図、横断図を何回も作り直し、現地の細部測量もやり直ししながら検討しなければならないが、3Dモデルはいろいろな方向から形状を検証できることから、幅や縦断勾配も任意の点で確認でき、変更も点群データがあるので細部測量をやり直す必要もなく、線形や縦断勾配を短時間で設定し直せるので、打合せや説明資料としても活用でき、スムーズな施工が可能となった。

P2橋脚の基礎浮き上り対策は、地震時の安定性確保を目的としたアンカー付き山留式擁壁(図-4)で、橋軸直角方向の盛土不足を解消するため、H鋼親杭+グラウンドアンカーによる山留を行った後、被覆コンクリートにより防護しその上に盛土を行う設計となっていた。

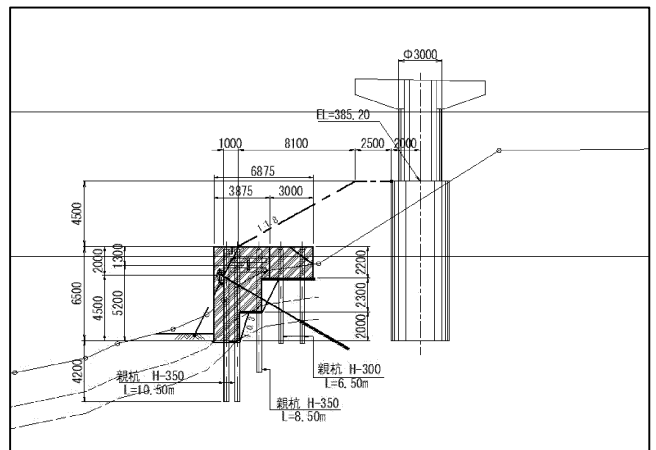


図-4 山留式擁壁断面図

3Dモデルによる仮設計画では事前に、ダム湖の水位以下の地形を把握することができたので、BH工法での杭打設(図-5)や、アンカー施工における足場の計画で、水位低下後の現地盤の不一致による計画直しなどはなく、無駄なく仮設資材の調達が行えたことから時間のロスを防ぐことができた。また、3Dモデルで施工ステップをシミュレーションした結果、BH機械やアンカー施工重機の搬入・移動は、仮設道路にクレーンを設置するスペースを確保できないことから橋上から行うこととし、スキー場営業終了後の夜間に通行止め規

第25回技術論文 **論文** 図表も含めて4Pにおさめてください。5頁目には要旨をお書きください。2段組みで、MS 明朝 10.5、22文字×39行（1Pは28行）が目安です。

制を行い実施した。



図-5 BH 杭足場

擁壁の上方は盛土をしたあと、法面保護として大型連節ブロックを施工する設計となっており、平面図（図-6）と断面図から大型連節ブロックの施工範囲が決定されていた。常時満水位までの施工は、ダム内の水位が低下している4月末までに完了させなければならず、擁壁の被覆コンクリートが完了する4月中旬からの短期間で行わなければならない計画であった。

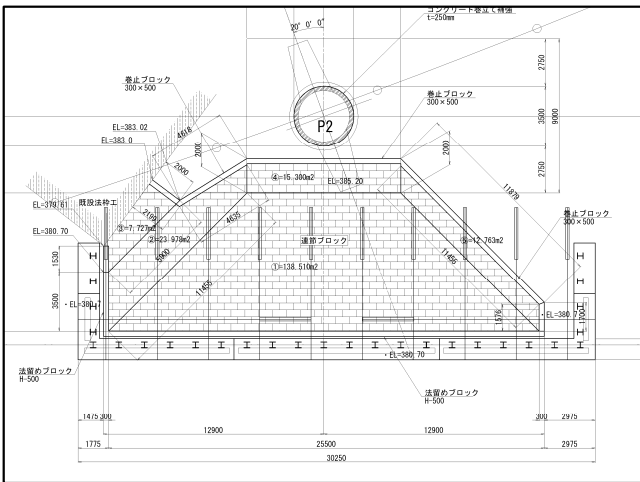


図-6 連節ブロック平面図

3DモデルをもとにP2橋脚擁壁工の仮設計画や施工ステップのシミュレーションを進めていく中で、擁壁上部の大型連節ブロックが現地盤と摺りつかず（図-7）、常時満水位付近では水位の増減による吸出しで、土砂が流出し擁壁工と法面が崩壊する恐れのある部分が判明した。

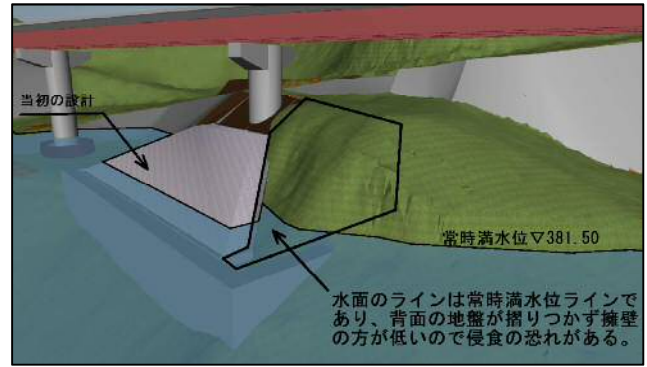


図-7 3Dモデルによる検証

3次元データでは現地盤の摺りつけをモデル空間により多方面から検証することで、大型連節ブロックの不足箇所と盛土が不足している箇所を把握することができ、事前に変更案を提案（図-8）し、水位上昇前に施工を終えることができた。

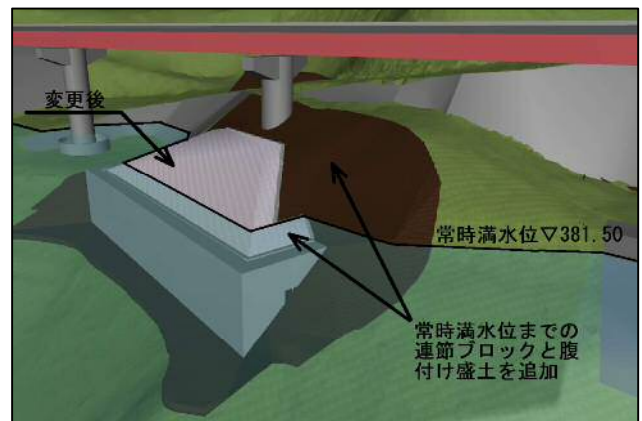


図-8 変更後 3Dモデル

当現場における3Dモデルの利用効果は次の通りである。

- ① UAV レーザー測量とマルチビーム深淺測量により、安全で短時間かつ正確に現地の測量を行えた。
- ② P2 橋脚付近の仮設道路は勾配が急で狭い事が予想されたが、3Dモデルでシミュレーションすることで、線形の変更にも迅速に対応し計画することができたので、安全に作業を行えた。
- ③ 現地の地形を点群で取得したことにより、水位以下の地形も正確に把握することができたので、施工時の計画直しはなかった。

第25回技術論文 **論文** 図表も含めて4Pにおさめてください。5頁目には要旨をお書きください。2段組みで、MS明朝10.5、22文字×39行（1Pは28行）が目安です。

④擁壁工の施工において3Dモデルでいろいろな角度から検証することにより、現地と摺りつかない部分も事前に把握し、対処することができた。

⑤発注者との設計変更協議も3Dモデルを利用することで、問題点が一目瞭然で何枚も図面を作成することなく、スムーズに行うことができた。

⑥設計変更資料の作成においても、点群データがあるので、細部測量をする必要がなかった。

⑦施工は冬期で雪が積もっていたが、⑥のことから、除雪をせず現地盤のデータを取得できた。

⑧経験や知識の少ない若手技術者でも、複雑な形状をすぐに理解することができた。

4. おわりに

国交省では令和5年度までに小規模なものを除くすべての公共工事について、BIM/CIMを活用しようとする取組を行っており、当社でも5年前からi-Conの一環としてBIM/CIMに取組んできた。i-Conについては大型土工事でのICT施工や、比較的大規模な構造物でのBIM/CIM技術の利用を思い浮かべるが、今回の様な規模の工事でもこの技術を活用することで、複雑な地形を頭で想像し理解する必要が省け、3Dで表現することにより、経験の少ない若い技術者からベテランまで統一した完成イメージを共有できた。(図-9)

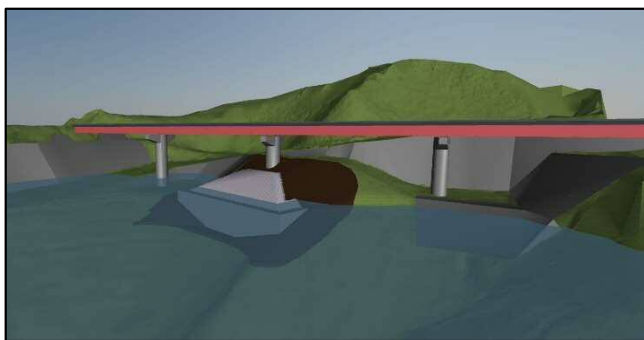


図-9 3D完成モデル

また、当初は仮設道路の計画を目的として3Dモデルを導入したが、現場が進むにつれ色々な検証に使用することができ、他の現場にも利用することで時短や、働き方改革にも繋がると思われる。

新しい技術の進歩はめまぐるしく、今回の現場でもUAVレーザー測量やマルチビーム深淺測量の利用により、今まで難しかった樹木のある中でUAV測量や、水位以下の点群データ取得が可能になるなど、便利な技術が増えてきた半面、それらに対応する技術を修得しなければならないなど課題もあり、BIM/CIM関連技術の修得は今後も常にしていかなければならない。

当現場では3Dモデルをもとに3Dプリンターで模型を出力したが、模型は完成形をリアルに再現しており、誰でも完成形がイメージできる。(図-10 完成写真)(図-11 完成模型)

建設業の高年齢化が懸念される中、これらの先進的技術の取組により魅力のある建設業を発信することで新規入職者を増やし、経験の少ない若手への技術継承をスムーズに行うためにも、3Dデータのやり取りが標準となるよう、BIM/CIM技術の活用を推進していく必要がある。



図-10 完成写真

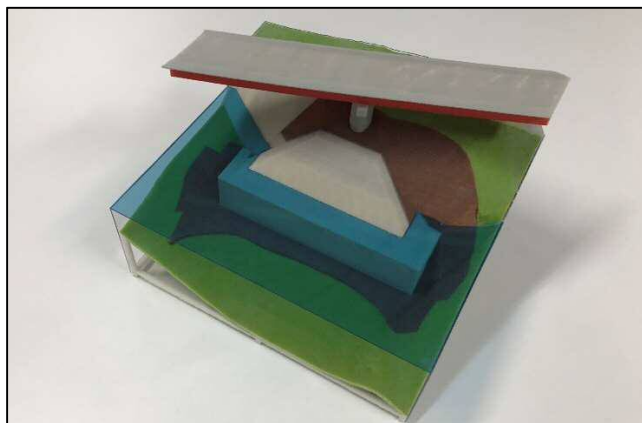


図-11 完成模型