

砂防事業における MRデバイスを活用した業務効率化検討

みやもとゆうせい ふじもとりょう さとうたかひろ たぶちようすけ おおたけいいち
宮本祐成¹・藤元 亮²・佐藤隆洋²・田淵陽介²・太田敬一³

¹日本工営(株)仙台支店 (〒980-0803) 宮城県仙台市青葉区国分町3-1-11

²日本工営(株)本社 (〒102-8539 東京都千代田区麹町5-4)

³日本工営(株)中央研究所先端研究センター (〒300-1259 茨城県つくば市稲荷原2304)

近年, XR技術がインフラ分野で急速に普及している. しかし, XR技術を砂防事業の効率化や生産性向上を目的に活用した事例は少ない. そこで本稿では, 業務の効率化・生産性向上を目的として, XR技術の1つであるMRデバイスを砂防事業に活用した結果について報告する. MRデバイスの持つ2つの機能「①遠隔臨場機能(Web会議機能)」・「②BIM/CIMモデル投影機能」を組み合わせ, 発注者との合同現地踏査を実施した. 合同現地踏査にMRデバイスを導入した結果, 「移動時間の大幅削減による生産性の向上」・「移動コスト削減」・「完成イメージ共有による合意形成の迅速化」等の効果を確認した.

Key Words : MRデバイス, 砂防堰堤設計, 遠隔臨場, BIM/CIM活用

1. はじめに

近年のインフラ分野でのDX推進に伴い, XR(AR・VR・MR)技術を活用した取り組みが広がっている. 例えば, AR・MR技術を防災分野で活用することや, MR技術をトンネル点検に活用する等の取り組みである^{1), 2)}. しかし, XR技術を砂防事業の効率化や生産性向上を目的に活用した事例は少ない.

本稿では, 砂防事業における業務効率化・生産性向上を目的として, XR技術の1つであるMRデバイスの①遠隔臨場機能(Web会議機能)・②BIM/CIMモデル投影機能を活用した結果を報告する.

2. 使用機器と機能の説明

(1) 使用機器

本稿で使用したMRデバイスのMRとは, Mixed Realityの略で, 現実世界と仮想世界を融合させる映像技術のことである. MRデバイスを使用することで, 仮想のモノを現実空間に配置させることができ, 現実空間と仮想空間の融合を体験できる. 今回は, 現場利用を想定し, ハンズフリー操作が可能なウェアラブルデバイスの中でもBIM/CIMモデルの投影が可能なHoloLens2³⁾を採用した(図-1).



図-1 MRデバイス (HoloLens2) 装着のイメージ

(2) 遠隔臨場機能(Web会議機能)

遠隔臨場機能とは, インターネットを通じて, ウェアラブルカメラ等によって撮影された映像と音声とを共有することにより, 離れた場所とリアルタイムで相互にコミュニケーションをとることである. 遠隔臨場を使用することで, その場にいらなくても, ある程度の現場状況を把握することができる.

(3) BIM/CIMモデル投影機能

BIM/CIMモデル投影機能とは, MRデバイスの現実世界と仮想世界を融合させる映像技術を用いて, BIM/CIMモデルを現実空間に投影させることである. MRデバイスによって投影されるBIM/CIMモデルは, ホログラムと呼ばれる空間上に浮かぶ半透明のオブジェクトで表現される. このホログラムは, デバイス装着者が見ることはもちろん, PCに画面共有することで, 装着者以外でもホログラムを視認することが

できる(図-1). 実際に, 既設の砂防堰堤にBIM/CIMモデルを投影させた様子を図-2に示す. 専用のソフトウェア⁴⁾を使用し, 設計物のBIM/CIMモデルをMRデバイス用のデータへ変換し, 現場に投影させる. 実物大で現場に投影させることで, 具体的な完成イメージの確認ができる. 投影させたBIM/CIMモデルは, スケールや色彩を変更させることができ, 室内でも構造物全体のイメージを確認できる(図-3).

投影物の現場での位置合わせ方法は, ①BIM/CIMモデルを作成時に, 測量基準点や構造物の端点を基準点に設定する. ②現場で投影する際は, マーカーを①で作成した基準点に置き, BIM/CIMモデル上での基準点と一致させることで位置合わせを行う(図-4).



図-4 位置合わせ

3. 合同現地踏査への活用

(1) 合同現地踏査を実施した業務

MRデバイスの①遠隔臨場機能(Web会議機能)・②BIM/CIMモデル投影機能を活用し, 合同現地踏査を実施した. 合同現地踏査は, 流木対策工設計及び, 砂防堰堤の予備設計で実施した.

(a) 流木対策工設計における課題とその対応

流木対策工設計は, 山形県鶴岡市を流れる赤川流域の右支川である花戸川($A=4.80 \text{ km}^2$)の最下流に配置されている花戸川砂防堰堤(既設)で実施した.

流木対策工の構造形式として, 張り出しタイプの流木対策工を選定していたが, 導入事例数が少なかったため, 施設の具体的な完成イメージを受発注者間で共有することが課題であった. そこで, MRデバイスを活用し, 事務所と現場で合同現地踏査を行った. また, 花戸川砂防堰堤は, 集落へ続く町道が隣接しており, 景観に配慮して設計を進める必要があったため, 現場に投影するBIM/CIMモデルの色彩を変化させ, より実態に近い景観検討を行い, 協議した(図-5).



図-2 BIM/CIMモデル投影イメージ

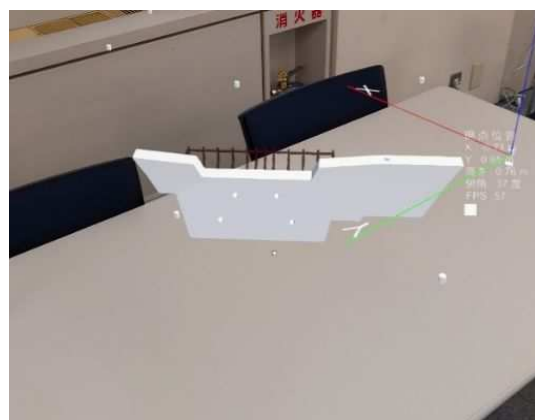


図-3 BIM/CIMモデル投影(縮小)



図-5 流木対策工のBIM/CIMモデル投影(景観検討)

(b) 砂防堰堤の予備設計における課題とその対応

砂防堰堤の予備設計は, 山形県鶴岡市を流れる赤川流域東大鳥川の右支川に位置し, 土石流危険渓流に指定されている大鳥中ノ沢($A=0.06 \text{ km}^2$)で実施した. 大鳥中ノ沢は, 図-6に示すように, 谷出口までは, 地形が急峻であるが, 谷出口の下流側は平坦で開けた地形となっている. そのため, 谷出口で待ち受けする形でいかに堰堤を配置するかが課題となった. そこで, 堤高を低くすることで堤長を長くしたA案(堤高4m)と, 堤高を高くすることで, 堤長を短くしたB案(堤高10m)の2案を比較した. 大鳥中ノ沢は堰堤

計画地点と保全対象（住宅）が近接しており、景観は大きな比較要素となったため、堰堤の配置検討にMRデバイスを用いて、事務所と現場で協議を実施し、砂防堰堤A案・B案の完成イメージの確認を行った。

MRデバイスでみたBIM/CIMモデルの映像を（図-7, 8）に示す。B案は堤高10mもあり、A案（堤高4m）と比べて規模感・圧迫感が非常に強いことを確認したため、A案を採用案とした。



図-6 予備設計の堰堤配置イメージ(UAV写真)



図-7 投影させた堰堤のイメージ(MRデバイス)

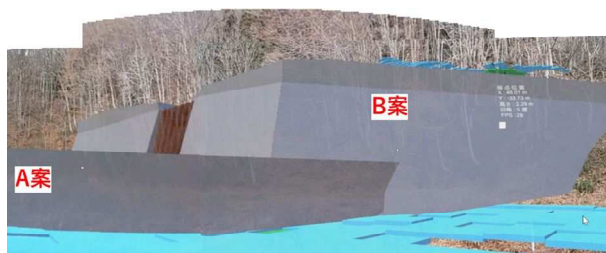


図-8 住宅からの視点で見た堰堤のイメージ(MRデバイス)

なお、合同現地踏査は、現場でBIM/CIMモデルを投影するグループと、事務所内で映像を確認するグループに分かれて実施した。現場側では、現場状況の報告をおこない、事務所側からの指示をうけて、視点や場所を移動した。事務所側では、図-7や図-8のようなディスプレイに共有されたMRデバイスの映像を確認しつつ、状況報告を受け、要望があれば現場側へ伝達し、現場状況を把握した（図-9）。



図-9 合同現地踏査の様子

4. MRデバイスの活用で期待される効果

(1) 遠隔臨場機能(Web会議機能)を合同現地踏査に活用した効果

MRデバイスの遠隔臨場機能を用いて、事務所と現場をリアルタイムでWeb接続することにより、以下3つの効果が得られた。1). 移動時間の大幅削減による生産性向上, 2). 移動コスト削減, 3). コロナ禍における接触機会の減少である。特に、1). 移動時間の削減については、遠隔臨場を使用したことで、従来の合同現地踏査時間を80%削減できた（図-10, 11）。

遠隔臨場機能を活用した効果は、現場と事務所の距離が遠くなるほど、大きな効果が得られ、業務効率化・生産性向上につながる。また、多忙な場合でも多くの関係者が同時に情報共有することができ、意思決定の迅速化・高度化、手戻り防止につながると考える。

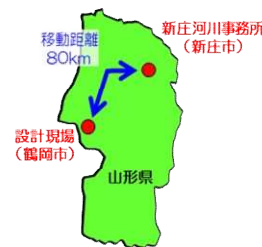


図-10 業務位置図



図-11 移動時間削減効果

(2) BIM/CIMモデル投影機能を合同現地踏査に活用した効果

BIM/CIMモデル投影機能では、設計物のBIM/CIMモデルを現場に実物大で投影することにより、下記2つの効果が得られた。1). 完成イメージ共有による合意形成の迅速化、2). 支障物等への干渉チェックによる手戻り防止と業務成果の高度化である。上記1). では、完成物のイメージが協議者間で容易に共有され、景観イメージ・圧迫感などをリアルに体感できるため、合意形成がとりやすくなり、業務推進を円滑化させることができた。上記2) では、完成物を多面的に確認できることから、保全対象（人家・耕作地）や支障物（地下埋設管・貴重種・法規制）への影響把握（干渉チェック）を容易に行えた。

5. MRデバイスを合同現地踏査に活用する際の課題

合同現地踏査にMRデバイスを活用する際の課題として、下記4つが挙げられる。

1). 通信環境に依存

通信環境が整備されていない現場では、遠隔臨場機能は使用できない（本事例では携帯電話網のLTE回線を使用）。

2). 天候による影響

BIM/CIMモデル投影機能は、日差しが強いと、投影したモデルが見え難くなる。

3). BIM/CIMモデル投影時の位置ズレ

BIM/CIMモデルの投影は、マーカーを使用し、1点で位置合わせを行うため、精度が低い。また、MRデバイス装着者が視点を変えるために移動すると、投影させたBIM/CIMモデルの位置が少しずれることがある（図-12上）。このため、精度を要する場合には対応し難い。

4). BIM/CIMモデル投影時の支障物の影響

BIM/CIMモデルを投影する際、支障物（住宅や立木）があると構造物が手前に表示されることがある（図-12下）。



図-12 CIMモデル投影 位置ずれ・支障物がある場合

6. まとめと今後の活用方法

本稿では、①遠隔臨場機能（Web会議機能）と、②BIM/CIMモデル投影機能を組み合わせて合同現地踏査を実施した。従来の遠隔臨場の取り組みは、スマートフォンやウェアラブルカメラ等のTV会議システムやWEB会議機能を利用した音声・動画のやり取りのみであり、ボーリングの検尺等に加え材料確認への利用に限定されていた。しかし、①遠隔臨場機能（Web会議機能）に②BIM/CIMモデル投影機能を組み合わせることによって、コロナ禍における接触機会や移動時間・費用を削減しつつ、設計施設の完成イメージを視覚的に分かりやすく共有することができた。また、現地情報とBIM/CIMモデルの重ね合わせにより、設計施設の完成イメージ共有による景観検討（周辺環境との調和、圧迫感等）等、より高度化した遠隔臨場が可能となった。

今後の活用方法として、①遠隔臨場機能（Web会議機能）は、ポストコロナ社会における対面での接触機会を削減できること、移動時間・費用を削減できることから、ボーリングの検尺や災害現場における状況確認等での活用が期待される。②BIM/CIMモデル投影機能については、完成イメージが直感的に理解できることから、住民説明等で効果的なツールとなると考えられる。従来の住民説明では、説明資料として設計物の2次元図面等が使用されており、図面を見慣れていない住民にとっては理解し難かったが、MRデバイスを使用することにより、協議が円滑になり、合意形成の迅速化や、手戻り防止に繋がると考える。

謝辞： 本稿の発表にあたり、新庄河川事務所の皆様に多大なる協力をいただきました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1). 太田敬一、後藤裕子、西村正寛：現実空間と仮想空間を融合した技術の防災分野への適用：複合現実を実現するデバイスを用いた防災体験の試み 日本地すべり学会誌 2018年 55巻 5号 p. 253-258
- 2). 鴻池組：MR技術を活用したトンネル維持管理システム（トンネルMR）
<https://www.konoike.co.jp/solution/detail/002324.html>
- 3). マイクロソフト株式会社
<https://www.microsoft.com/ja-jp/hololens>
- 4). インフォマティクス株式会社
https://informatix.co.jp/xr/gyroeye-holo_function/