

五ヶ瀬高千穂道路(仮称)新室野橋の VR・MR活用について

藤井 理隆¹・中島 勇一²

¹九州地方整備局 延岡河川国道事務所 工務第二課 (〒882-0803 宮崎県延岡市大貫町1-2889)

²九州地方整備局 延岡河川国道事務所 工務第二課 (〒882-0803 宮崎県延岡市大貫町1-2889)

九州中央自動車道 五ヶ瀬高千穂道路の新室野橋は国道218号を跨ぐ橋梁であり、供用交通に配慮した施工や供用後点検の確実性・容易性を確保する必要がある。より精度の高い橋梁計画とするため、VRの活用で橋梁施工計画や維持管理計画などの見える化を図り、MR活用では、現地地形に施工計画モデルを投影し、よりリアルな施工計画内容の現地検証を行った。これらの活用により若手技術者の理解促進、現場での合意形成に寄与する。以上のインフラDX推進のモデルケースとして発表する。

キーワード インフラDX、BIM/CIM活用、VR、MR、xR、橋梁計画

1. はじめに

これまで、国土交通省において、建設現場の生産性向上を図るべく「i-Construction」が強力に推進され、ICT 建設機械や無人航空機 (UAV) 等を活用した設計・施工におけるデジタル技術の積極的な活用が進められてきた。一方、業界外においても、デジタル技術革新が急速に進み、これまでの現実空間を前提とした業務そのものを抜本的に変革する「DX : Digital Transformation」が様々な場面で本格的に進展している。さらに 2020 年の新型コロナウイルスの感染拡大を契機に、非接触・リモート型の働き方へ転換するなど、短期間の内に社会全体で生活様式が大きく変容している。これらの急速な社会情勢の変革に対応するべく、インフラ分野においても 2020 年 7 月に「国土交通省インフラ分野の DX 推進本部」が設置された。

インフラ分野の DX 推進のための施策は、次の 3 つの柱から構成されている。①行政手続のデジタル化、②情報の高度化とその活用③現場作業の遠隔化・自動化・自律化である。特に、情報の高度化とその活用においては、建設生産プロセス (設計・施工等) において、3 次元デジタルデータやデジタルデバイスの活用により、コミュニケーションをよりリアルにすることで、関係者間の理解促進・合意形成の円滑化・効率化が目指されているところである。(図-1)

そこで本稿では、BIM/CIM 活用の一環として、橋梁計画・施工計画及び維持管理計画等における様々な場面で xR (X Reality) 技術を活用したデジタルデバイスを使用し、正確かつリアルな情報共有を行うことで、関係者間での合意形成の円滑化・効率化を図った事例について報告するとともに、それぞれの活用シーンでの課題と展望を述べる。

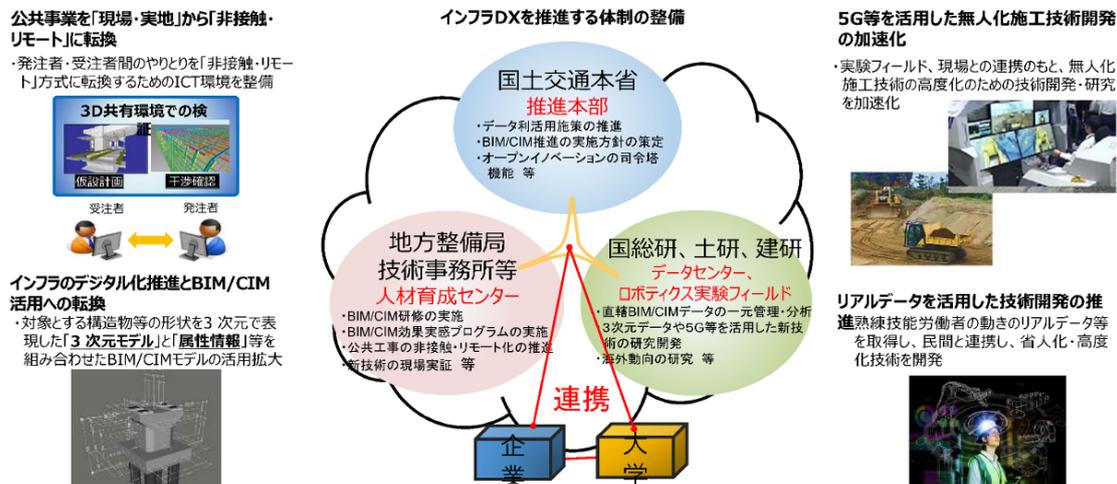


図-1 インフラ DX 活用イメージ¹⁾

2. 対象橋梁の計画概要

(1) 路線概要

五ヶ瀬高千穂道路は延長9.2kmで九州横断自動車道延岡線の一部を構成する路線である。本路線は、現道である国道218号の平面線形及び縦断勾配の不良箇所を回避するとともに、大雨等による災害発生時や大雪時による通行止においては、国道218号の代替道路となり宮崎県北地域と熊本方面を結ぶ唯一の緊急輸送道路1次ネットワークとしての機能確保に大きく寄与する自動車専用道路として位置づけられる(図-2)。本稿の新室野橋は、路線の最起点側の五ヶ瀬東IC付近に架橋される橋梁となる。

九州横断自動車道延岡線概要



図-2 路線概要及び設計箇所

(2) 橋梁計画概要

本橋は、国道218号や町道、室野川と交差する橋梁である。A1橋台及びA2橋台は、それぞれ国道218号及び町道との離隔を確保できる位置で橋長を98mとした。橋脚は国道218号と室野川との離隔を共に確保できる位置に配置し、「鋼2径間連続箱桁」形式を採用した(図-3)。また本橋は、供用中の現道と交差する橋梁であるため、計画するに当たって特に配慮すべき事項は以下の2点であった。

① 供用交通に配慮した施工計画

コスト縮減及び現場工期短縮を目的としてクレーン・ベント架設を採用した。国道218号上のクレーン・ベント架設は全面規制の夜間架設が前提であるが、昼間架設時は国道218号沿いの施工となり、現道からの資材搬入・クレーン吊り上げ作業等、沿道の供用交通への配慮が必要であった。

② 将来の維持管理の確実性・容易性の確保

本線供用開始以降は、桁下となる国道218号等の供用交通に配慮しながらの点検・補修作業となる。したがって、設計段階から、本橋に対して、確実に容易な維持管理計画の立案が必要であった。

以上の配慮事項を本橋の計画における最重要課題として捉え、最新のBIM/CIM技術導入による施工・維持管理計画の情報高度化とその活用で、関係者間の理解促進、合意形成の円滑化を図った。特に、計画の「見える化」では、後述のVR・MR(総称してxR)技術を積極活用し、リアルな情報共有を実現した。

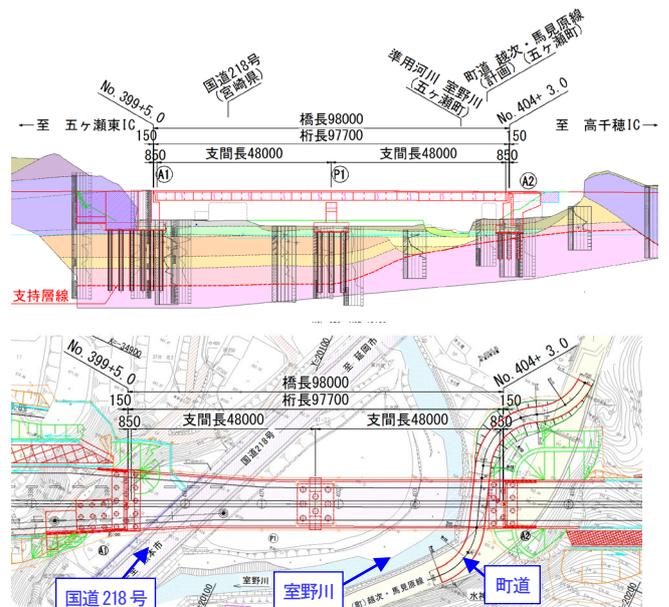


図-3 1号橋概要図

3. BIM/CIM活用及びデジタルデバイスの概要

(1) BIM/CIMモデルの活用概要

本事例では、詳細度300~400としたBIM/CIMモデルを作成した。図-4に作成したBIM/CIMモデルを示す。

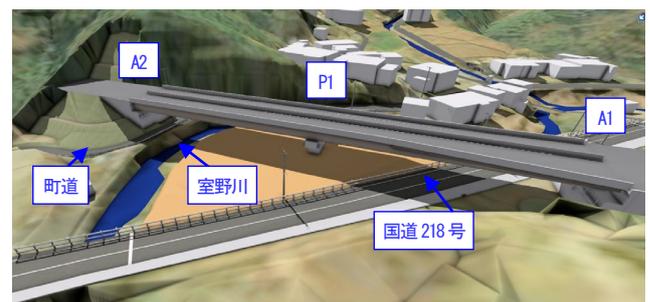


図-4 BIM/CIMモデル

従来は、本省の定める「リクワイヤメント」によるBIM/CIM活用(例:4D施工計画等)を通じて、設計協議や関係機関協議の円滑化を図ってきた。本橋では、さらなるインフラDXの推進として、従来リクワイヤメントの実施に加え、VR(Virtual Reality:仮想現実)やMR(Mixed Reality:複合現実)といったxR技術の積極活用により、維持管理計画内容や施工計画内容のより具体的な計画検証・情報共有を試みた点が大きな特徴である。

(2) デジタルデバイスの概要

3次元CADから作成される地形や構造物モデル等は、AutoDesk社製の『Navisworks』や『InfraWorks』といったソフトにより統合され、そのモデルはPCモニター上での各種活用に留まる。一方で、xR技術では、BIM/CIMモデルをxRソフトに組み込み、種々のデバイス(ヘッドマウントディスプレイ等)からモデルを視認するため、あたかも目の前に橋梁が存在するような体感が可能となる。

ここではxR技術の代表として、本事例で使用したVR・MRにおけるデジタルデバイスの概要について以下に述べる。

a) VRデジタルデバイスの概要

本橋におけるVR活用は汎用ソフトである『Oculus社製／Quest2』によりBIM/CIMモデルを取り込み、ヘッドマウントディスプレイからBIM/CIMモデルを確認、スティックコントローラによりBIM/CIMモデルの操作（視点場移動等）が可能となる（図-4）。

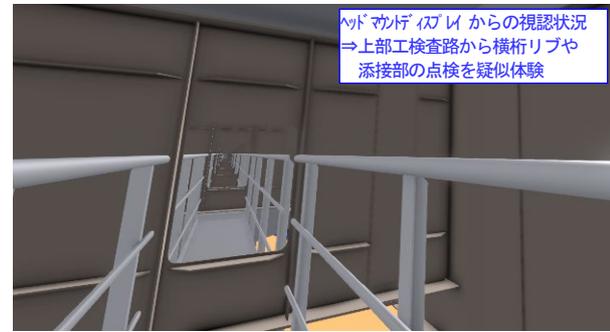
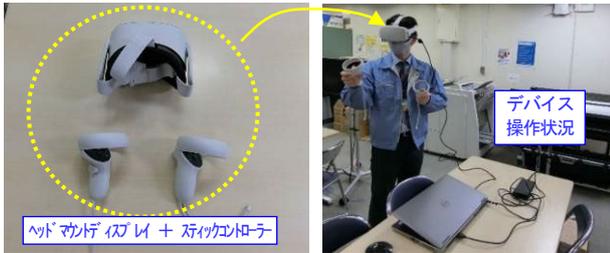


図-4 VR 概要

b) MRデジタルデバイスの概要

本橋におけるMR活用は汎用ソフトである『Microsoft社製／HoloLens 2』によりBIM/CIMモデルを取り込み、ヘッドマウントディスプレイからBIM/CIMモデルが確認できる。その際の現実空間とBIM/CIMモデルの統合は、現地で目印とした特定位置（現地マンホール等）の情報を組み込んだQRコードをヘッドマウントディスプレイで読み込むことで、現実空間にBIM/CIMモデルを実寸表示させることができる。また、MR空間上からのBIM/CIMモデル操作（施工動画の再生等）は、スティックコントローラではなく指によるジェスチャーをヘッドマウントディスプレイのセンサが感知することで可能となり、その操作内容は別途PCモニタで共有することもできる（図-5、図-6）。



図-5 MR 概要

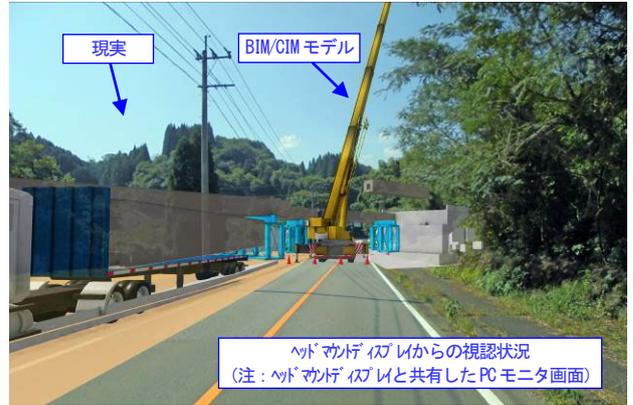


図-6 MR 操作概要

4. xR活用の利点と課題

本節では、VR及びMR（xR）における、それぞれの活用シーンの利点及び課題点について述べる。

(1) VRを利用した活用シーンでの利点、課題点

1) 活用シーン及び利点

『施工計画のリアル化』及び『将来の維持管理の確実性・容易性の確保』に向け、点検時の動線確認、供用交通の障害有無や近接目視の可否等の確認を大きな目的として、VR活用を図った。これにより、狭隘空間の箱桁内の点検可否（図-7）や支点部周りの近接目視の状況（図-8）、国道218号の供用交通に対する高所作業車での点検状況確認（図-9）等、VRヘッドマウントディスプレイ上で点検活動を疑似的に体感できる。従来の二次元図面やPCモニタによるBIM/CIMモデルの画面共有では実施できない検証であり、維持管理計画の精度向上や内容の更なる理解促進、さらには合意形成の円滑化を図ることができた。

また、点検活動の疑似体験を目的とした講習会・教育等も可能となるため、若手技術者の技術力向上にも寄与できる。

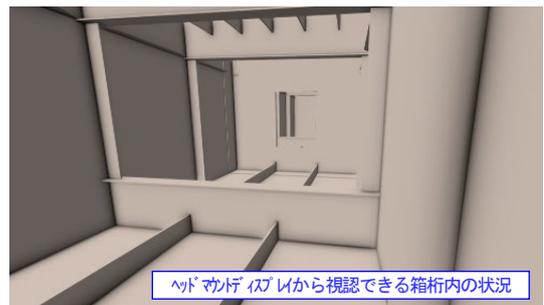


図-7 VR 活用①：箱桁内の視認状況

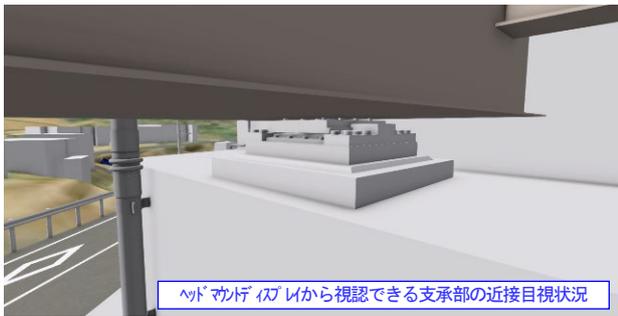


図-8 VR活用②：支承部周りの近接目次確認状況



図-9 VR活用③：高所作業車での点検確認

3) VR活用における今後の課題

BIM/CIM活用における汎用ソフト（NavisworksやInfraWorks）とVRソフト（Quest2）がシームレスに連動できないため、スピーディなVR活用への展開が難しい状況にある。今後のxR活用の拡大に向けて、ソフト間の連動が望ましい（後述のMRも同様の課題である）。

(2) MRを利用した活用シーンでの利点、課題点

1) 活用シーン及び利点

『供用交通に配慮した施工方法の検討』に向け、橋梁施工計画に対する精度向上や内容把握を大きな目的として、MR活用を図った。これにより、現地地形に施工計画モデル（アニメーション動画）を投影でき、設計段階から施工計画内容のリアルな現地検証が可能となった（図-10、図-11）。従来の二次元図面やPCモニタによるBIM/CIMモデルの4D施工計画では実施できないことであり、計画内容の更なる理解促進により、現場での合意形成に寄与することができた。また、施工計画の現地検証が可能となるため、施工方法・順序のシミュレーションや安全教育も可能となるため、実施工前の教育・安全性向上にも寄与できる。



図-10 MR活用①：国道上の架設



図-11 MR活用②：国道沿いの架設

3) 今後の課題

MR関連のデバイスは、主として屋内使用を前提として開発されており、天候が優れる場合には、①耐熱性の観点から長時間の使用不可（バッテリーの消費量大）、②光量とセンサの問題よりモデルが視認できない、③QRコードの読み取りが困難等の課題を有する。①の課題に対しては、冷却シート等の保冷処置等で一部対処可能であるが、②③は今後のMR活用普及に向けた改善内容の一つとなる。本事例では、図-12に示すように、ヘッドマウントディスプレイに遮光版を貼付ける工夫を施すことで光量軽減を図った（ヘッドマウントディスプレイから視認した場合の現地背景は、暗く見える点がさらなる課題となる）。

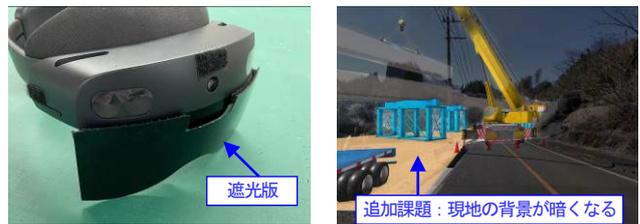


図-12 日中・屋外使用時の工夫

5. おわりに

本稿では新室野橋に対して、最新の xR 技術活用を図った事例について報告した。xR 技術の活用により、設計計画・施工計画の可視化と情報の高度化を図り、計画の現地検証含め関係者間での理解促進・合意形成の円滑化・効率化を図ることが可能となった。さらに、リアルな情報共有は、関係者間の合意形成のみでなく、若手技術者の教育現場においても技術伝承の高度化・効率化に寄与できる可能性を見出すことができた。

今後は、更なるインフラ分野の DX 推進に向けて、設計段階から BIM/CIM の積極活用に加え、実施工を見据えた xR 技術の展開を図っていきたい。今回の事例が、今後の同種検討における参考や技術向上の一助となれば幸いである。

参考文献

- 国土交通省：インフラ分野のDXに向けた取組紹介 https://www.mlit.go.jp/tec/content/200729_03-2.pdf

