

継続的な地域支援による 道路施設メンテナンスの取り組み

竹島 友香¹

¹中部道路メンテナンスセンター 技術第二課 (〒461-0047 愛知県名古屋市中区大幸南1-1-15)

中部道路メンテナンスセンターでは、技術者が不足する地方公共団体（以下「地公体」という。）に対し、技術相談や講習会の開催など、地公体職員の点検・診断の技術習得や技術力向上のための支援を実施している。直近で取り組んだ内容として、仮想現実技術（以下「VR技術」という。）を活用し、技術者の早期育成と実践的理解の重要性に焦点を当てた取り組みについて紹介する。

キーワード 地域支援、道路施設メンテナンス、技術支援

1. はじめに

現在、我が国が保有するインフラ資産の多くは建設から50年以上が経過し、急速な老朽化が社会問題となっている。特に橋梁については、高度経済成長期（1955～1973年）に大量に建設された経緯から、中部地方整備局が管理する道路橋（2025年3月末時点で5,625橋）のうち、およそ42%が50年を超えており、今後20年でその割合は76%まで増加する見込みである。

そのような状況の中、2014年の道路法改正により、橋長2m以上の橋梁について5年に1度の近接目視による定期点検が義務化され、点検結果に基づいて健全性の診断を実施し、必要に応じて適切な補修や予防保全が求められている。しかし、技術系職員の高齢化や人材不足、特に地公体における技術系職員の減少、あるいは事務系職員が技術職を兼ねる体制など、構造物の維持管理に必要な知識・技術の継承が困難な状況にある。

こうした課題を受けて、中部道路メンテナンスセンターでは「分かりやすく・楽しく・実践的に」構造物について学べる学習支援ツールとして、最新のVR技術を活用した橋梁構造学習コンテンツを開発した。本稿では、その開発経緯、構成、制作上の工夫、導入後の効果、および今後の展望について述べる。

2. 背景と目的

近年、直轄の若手職員の技術力低下や、地公体職員の技術者不足に伴う技術の継承が課題である。（図-1）

中部道路メンテナンスセンターでは、2019年4月の開設以降、「道路の安心・安全をまもる」をコンセプトに、管理系事務所との意見交換会やホームページの改良を通じて今の中部地方整備局管内の道路メンテナンスの状況の一つひとつ順番に伝えてきたが、次第に土木の知識があまりない人にもメンテナンスの重要性を伝えたいと考ええるようになった。

そこで、万人受けするツールは何か、お金をかけずに簡単に使用できるものは何か、という観点で検討し、活用が進んでいたVR技術を取り入れてみることにした。VR技術を搭載したゴーグル（以下「VRゴーグル」という。）であれば、使い勝手がよく、簡単に操作できるため、広く普及できると思案した。また、VRゴーグルに対して多くの人が「一度ゴーグルを使用してみよう」「ゴーグルの中身はどう見えるのだろう」と興味を持っていたできると推察した。

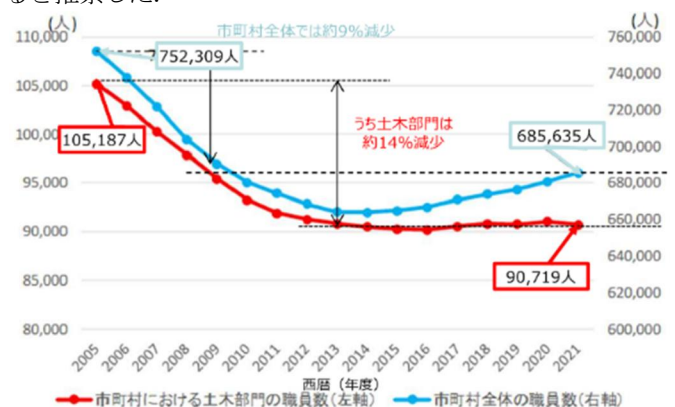


図-1 市町村における職員数（全体および土木部門）の推移
以上のことから、より多くの地公体職員等の担当者が、地域貢献のために道路施設メンテナンスに対する正しい知識を身につけ、維持修繕業務に従事できるようなコン

テンツの開発を行い、VRゴーグルを研修等で活用することを目指した。また、土木技術者だけでなく事務系の職員でも理解可能な内容を開発することで、地公体職員が継続的にまちづくりを行えるよう技術的に支援したいと考えた。

3. 橋梁構造学習コンテンツの構築について

中部道路メンテナンスセンターでは、前章で述べた課題に対し、まずはコンテンツの開発対象を道路構造物の中から橋梁とした。橋梁は道路施設の中でも構造学習に対する需要が高く、劣化による損傷を受けた際の補修費用や致命的な損傷により架替えとなった場合の費用が高価であり、補修を行う際の交通への影響が大きいため、多くの地公体職員等に正しい知識と技術を持ってもらいたいと考えたためである。そこで、鋼橋およびコンクリート橋のBIM/CIMモデルを用いて、VR技術を活用した橋梁の構造を学べる3つの機能を開発した。BIM/CIMモデルは既存のデータを活用し、不足していた橋梁細部（伸縮装置や支承等）のデータは本コンテンツ作成時に制作した。

(1) クリアビュー機能

従来、橋梁の構造を理解するには、平面図・正面図・断面図・側面図といった複雑な図面の読解が必要であり、それぞれ頭の中で立体化させる必要があるが、慣れるまでは困難である。また、構造物の内部は通常コンクリートで充填されており、構造の仕組みを視覚的に理解する機会は限られていた。これにより、点検や補修における判断の妥当性や迅速性にも影響を与える可能性があった。そこで、橋梁の構造を見える化するために、鋼橋およびコンクリート橋のBIM/CIMモデルを3D空間上に再現し、部材をクリックすることで断面切替や内部構造の可視化をできる機能を作成した。（図-2）

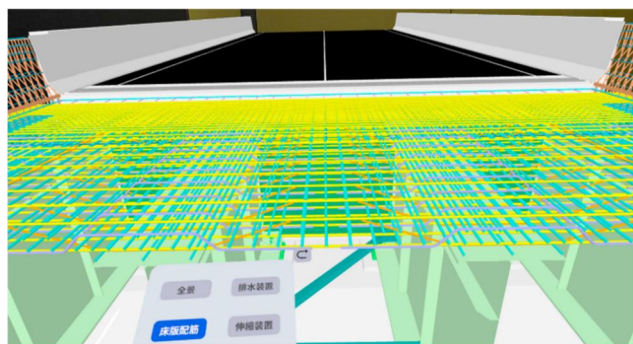


図-2 通常では目視できない床版配筋が確認できる

本機能では、橋梁の全景から内部構造に至るまでに計8箇所の視点場を設け、各視点場に移動すると内部の様子を透かして見ることができ、部材同士の詳細構造が確認できる。通常では見られない配筋やPC構造、支承部な

どの立体的な構造を、視覚的に理解することで直感的な構造理解を実現している。

(2) 損傷メカニズム学習機能

橋梁の点検や補修時において損傷内容を迅速に判断可能とするために、鋼橋およびコンクリート橋の損傷事例をVR技術で作成した。本機能では、橋梁に発生する損傷を、部材ごとに「潜伏期」「進展期」「加速期」「劣化期」の4段階に分けて表現し、損傷や劣化の進展過程や原因メカニズムについてVRゴーグル上で解説し学習できるようにした。（図-3）

鋼橋においては次の損傷を取り上げている。

- ・過積載や繰り返し荷重による床版疲労損傷
- ・伸縮装置損傷に伴う他部材への影響

また、コンクリート橋は次の損傷を取り上げ、通常では目視できないコンクリート内部の変状を表現している。

- ・アルカリ骨材反応によるひび割れ損傷（図-4）
- ・横締めPC鋼棒の突出
- ・PC桁の様々な損傷

これらの損傷メカニズムの見える化によって、損傷発生の因果関係を理解できるよう工夫している。

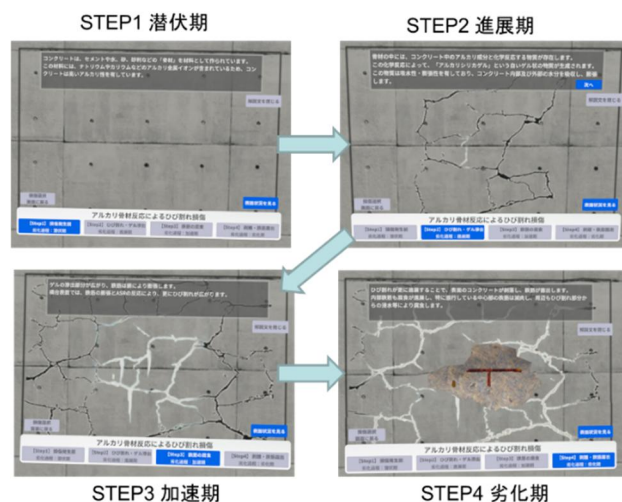


図-3 アルカリ骨材によりひび割れ損傷が進展する様子



図-4 アルカリ骨材による鉄筋内部の腐食の様子

(3) ブリッジクラフト機能

橋梁の施工手順を理解するために、鋼橋およびコンクリート橋の上部、上下部接続部の部材および下部の部材を分解して配置してある状態から、自分の手（指）を活用し、正しい施工順序に従って部材を組み立てて橋梁を完成させる機能である。各部材を「掴む」「引っ張る」「放す」といったシンプルな動作で操作ができ、施工手順と構造理解を同時に体験的に学ぶことができる。

また、各部材は自分の手（指）を用いて拡大することができ、鋼橋では主桁のボルトの設置状況や支承の詳細な構造等も確認可能となっている。橋梁の施工手順だけでなく、部材の形状も同時に学習することが可能であるため、多面的な学習が期待される。（図-5）

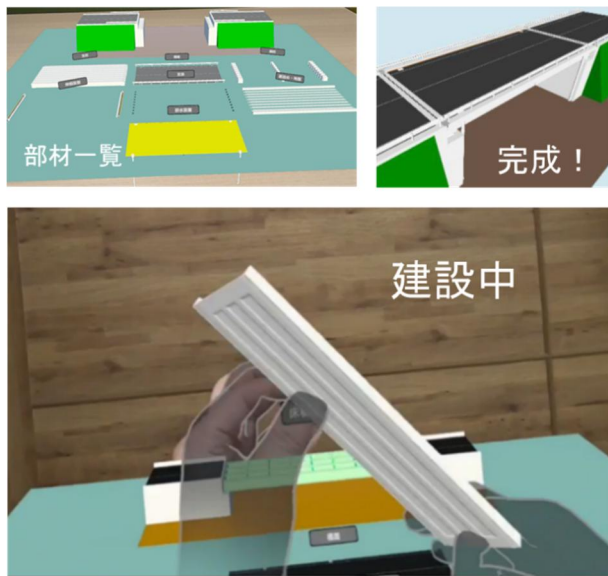


図-5 手を使用してコンクリート橋を建設する様子

4. コンテンツ制作における課題と工夫

本コンテンツの開発にあたり、最大の課題は土木を専門に学習していない地公体職員にも理解しやすい内容にすることであった。VRゴーグルの操作を簡素化し、コンテンツ内における説明文の専門用語の削減など、利便性の向上に注力した。これらの工夫により、初めてVRゴーグルを操作する利用者でも楽しみながら橋梁の構造を学習することが可能となった。（写真-1）

また、手軽に体験できるよう、橋梁の中でも特に重要な構造や損傷事例に焦点を絞り、直感的な理解と専門的知識習得のバランスを意識した設計とすることで、学習効果の向上にも寄与している。

さらに、VRゴーグルに触れる機会を設けることが重要であると考えているため、地公体職員や直轄の若手職員を対象とした研修等で本コンテンツを活用している。より多くの方々へ展開することが課題であると認識して

いるため、一人でも多くの方が本コンテンツを体験し、コンテンツ内容の改良に繋がれるよう、次章にて詳述するイベント等でもVRゴーグルを活用した広報活動を実施している。（写真-2）



写真-1 VRゴーグルおよびリモコンを使用して操作する様子



写真-2 研修等ではVRゴーグルの映像をモニターに映し出し、操作者と同時に橋梁を学習することができる

5. 展示と反響

日頃から道路管理業務に従事する職員に限らず、幅広い年齢層や、専門的な知識と技能を兼ね備えた方々も対象として、2024年11月に開催された「建設技術フェア2024 in 中部」にVR技術が体験できるブースを出展した。そこでは、プロトタイプ版である「構造学習“ブリッジビルダー”」を展示し、体験していただいたところ、来場者からは「自分の手で橋梁の構造を操作できて驚いた」「土木の知識がなくてもわかりやすい」といった好意的な意見が多く寄せられた。体験型学習に対する需要の高さが改めて示される結果となった。（写真-3）

なお、今年度もVRを活用した道路施設メンテナンスの普及活動を行うために「建設技術フェア2025 in 中部」への出展を予定している。より多くの来場者にVRゴーグルを体験してもらうことによって、橋梁の構造について学んでいただき、橋梁というインフラ施設の管理を担う道路管理者の役割についても知ってもらえればと考えている。



写真-3 建設技術フェア2024in中部で来場者がVRゴーグルを体験している様子

の地中埋設物における劣化のメカニズムの作成も検討している。道路施設の損傷予測や補修タイミングの判断支援に繋がるシミュレーション機能の導入など、次世代の学習支援ツールとしての役割を拡大していくとともに、普段外観では見えないものを見える化して道路施設メンテナンスの普及に取り組みたい。

また、以前より、道路施設の損傷の多くは「水」が原因であることが分かっている。橋梁の場合、橋面（伸縮装置等）からの漏水などが挙げられる。そこで、水の経路が分かるコンテンツの作成に取り掛かり始めた。本コンテンツを作成することによって、道路施設における水の通り道が分かるようになり、補修の効率化へと繋がることが期待される。これによって、道路施設における安全性の向上、インフラ資産の長寿化、さらには国民の生活環境の向上に繋がることを期待している。

6. 今後の方針・取り組み

今後は、開発した学習コンテンツを活用した研修会を中部地方の各地公体にて開催し、地公体職員や直轄の若手職員の技術力向上に繋がるよう支援していく計画である。また、VR体験者から意見を聞き、操作性や学習内容の拡充など、技術力向上の一助となるよう、さらなる機能向上を図っていく。

加えて、地域に沢山あるインフラ施設を見える化するために、点検結果データと連携したVRコンテンツの開発も視野に入れている。一例として、2025年1月に発生した埼玉県八潮市の道路陥没事故の発生を踏まえ、路面下

7. おわりに

道路施設の維持管理は今後ますます重要性を増す中、土木技術者の確保と育成が喫緊の課題である。VR技術を活用した本コンテンツは、若手職員の学習意欲を喚起し、実践的な知識を楽しく効果的に習得できる新たな手法として、大きな可能性を秘めている。中部道路メンテナンスセンターでは、引き続き地公体等の現場ニーズに即した学習ツールの開発を進め、中部地域全体の技術力底上げに貢献していく所存である。