

360 度動画によるリアリティキャプチャ技術を用いた施設点検の事例

鏡原聖史*・立川浩祥*・塩谷智基**・麻植久史**・久保大樹***・福地良彦****

Case Study of Civil Engineering Structure Inspection Using Reality Capture Technology with 360-Degree Video

Satoshi Kagamihara*, Hiroyoshi Tachikawa*, Tomoki Shiotani**, Hisafumi Asaue**, Taiki Kubo*** and Yoshihiko Fukuchi****

- * 大日本ダイヤコンサルタント株式会社 Dia Nippon Engineering Consultants Co.,Ltd.,
3-2-5 Hachiman-dori, Chuo-ku, Kobe, Hyogo 651-0085, Japan. E-mail: kagamihara_satoshi@dcne.co.jp,
tachikawa_hiroyoshi@dcne.co.jp
- ** 京都大学 成長戦略本部 インフラ先端技術産学共同研究部門, iTi Laboratory, Office of Institutional
Advancement and Communications (IAC), Kyoto University, 202, Innovation Plaza Kyoto, Nishikyo,
Kyoto 615-8245, Japan. E-mail: shiotani.tomoki.2v@kyoto-u.jp, asaue.hisafumi.7a@kyoto-u.ac.jp
- *** 京都大学大学院 Department of Urban Management, Graduate School of Engineering, Kyoto
University, Katsura C1-2-214, Kyoto 615-8540, Japan. E-mail: kubo.taiki.3n@kyoto-u.ac.jp
- **** オートデスク株式会社 Autodesk Inc., Mori Tower 8F, Toranomon Hills, 1-23-1 Toranomon,
Minato-ku, Tokyo 105-6308, Japan. E-mail: Yoshihiko.fukuchi@autodesk.com

キーワード：リアリティキャプチャ技術，施設点検，三次元点群化

Key words: reality capture technology, Structure Inspection, 3D point cloud

1. はじめに

近年, Society 5.0 の実現を目指して, 土木業界においても DX が推進され, 業務効率化を図る取り組み(国土交通省, 2022)が進められている. 土木施設, 例えば橋梁や砂防堰堤などを対象とし, さまざまなデジタル技術を用いた点検手法が提案されている(例えば, 小椋ら, 2023).

一方で, 道路の擁壁などの小規模な線状構造物については, その数が膨大であり, 施設延長も長いことから, デジタル技術を用いた点検の事例は少ないのが現状である. これまで, 道路の防災施設の管理は, 道路防災点検や道路土工構造物点検などによって定期的な実施されており, 着目箇所の経時変化を写真で記録し, 点検者がコメントを記載するなどしている.

本報告では, 道路施設の点検における DX を推進する取り組みの一つとして, 360 度動画によるリアリティキャプチャ技術を用いて施設の経時情報の記録・共有を行い, さらに着目箇所における現地計測結果を融合させた事例について紹介する.

2. 施設点検の現状と DX を推進するための課題

施設点検のうち, 道路防災点検要領(国土交通省, 2006)によると, あらかじめ設定した点検調査区間で安定度調査を行い, 箇所別記録表(第1図参照)を整理し, あらかじめ決められている評価項目に沿って点数付けを行い, その評定点をもとに総合評価を行う. その結果, 対策が必要と判断される要対策箇所や, 防災カルテを作成して点検を継続し経過観察を行うカルテ点検箇所, さらに特に新たな対応を必要としない箇所を決定し, 対応を行っている. 擁壁にかかわる箇所別記録表は, 第1図に示すように, 擁壁の

表-5.7.1 箇所別記録表(擁壁)記入例

図1 断面図		図2 位置図	
表-5.7.1 箇所別記録表(擁壁)記入例 表-5.7.1 箇所別記録表(擁壁)記入例 表-5.7.1 箇所別記録表(擁壁)記入例			

第1図 箇所別記録表(擁壁)記入例(国土交通省, 2006)

展開図および変状箇所, 位置図, 所見, 予想災害規模, 想定対策工などが記載されており, 変状箇所では定点撮影や簡易な計測を行い, 変状の進行を監視するための調書となっている.

防災カルテ点検を行う場合, スケッチ図をもとに着目箇所を探し, その場所の変化を定点で撮影や計測して変状の進行程度を評価している. そのため, 周辺の地形や構造物の配置状況, および着目点以外の変化などは点検調書では把握できない. さらに, 定点撮影のため, 撮影するアングルをなるべく同じにするなどの工夫が必要である.

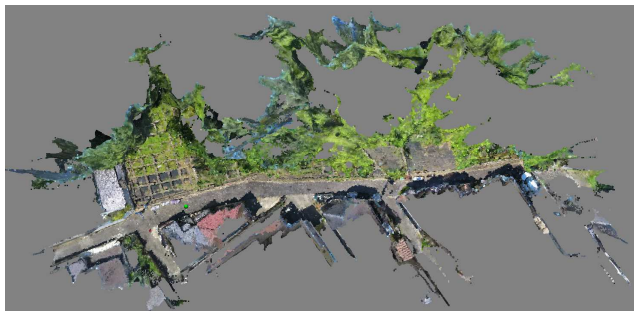
3. 360 度動画によるリアリティキャプチャ技術

今回実施した点検は, 通常の点検に加えて, 180 度以上の範囲を捉えられる超広角レンズを2枚搭載し, 全方向を

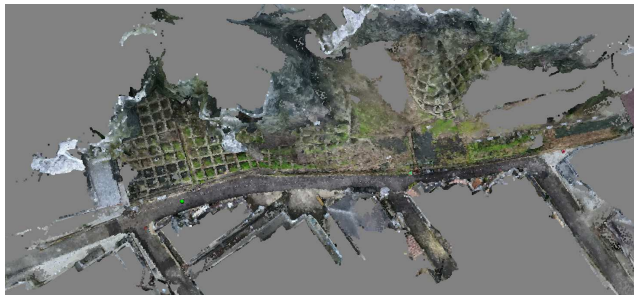
同時に撮影できるカメラをヘルメットに固定する、あるいは手で持ちながら動画を撮影するだけである。ただし、スタート地点とゴール地点を同じにすることや、歩調を一定に保つこと、対象物に死角ができないように工夫しながら歩くことなど、動画から点群を作成する上で注意が必要である。なお、リアリティキャプチャ技術は、Lin et al. (2022) の技術をもとに、施設点検箇所への適用を進めている。この技術を用いることで、撮影した 360 度動画をクラウドサーバーにアップロードすると、3D 点群、2D オルソフォト、および 3D 点群と関連付けられた複数ポイントにおける 360 度画像が自動で作成される。

4. 時系列変化の記録と着目点の計測

変状している石積み擁壁を対象に、複数回リアリティキャ



2023 年 7 月 27 日撮影



2025 年 3 月 28 日撮影

第 2 図 360 度動画から作成した点群



2023 年 7 月 27 日撮影

第 3 図 360 度動画から作成した点群(上)と 360 度画像 (下)

ャプチャ技術を用いた点検を行った。第 2 図に示すように、複数時期の点群が同じ位置で自動生成される。また、第 3 図のように、360 度画像をウェブ上で確認できるため、現地点検の全体像や個別箇所の状況を容易に把握できる。さらに、これらの図から着目箇所の状況をウェブ上で複数時期の写真画像として確認することで、小さな変化の把握は難しいが、土地利用の変化や新たな構造物の設置など、目視で確認できる変化については把握できる。これまでの防災カルテ点検では、変状箇所に対して定点撮影を行い、経時変化を確認し、調書を整理していたが、本技術を活用すれば、ウェブ上で同様の確認を行うだけでなく、変状箇所以外についても、動画撮影されている範囲内であれば確認できるため、非常に情報量が多く、維持管理に有用なツールであると言える。次に、該当箇所の変状部（石積みのはらみ出し箇所）では、石と石の間隔をクラックゲージで観測している。その結果、大きいところで 2.5 mm/年と、非常にわずかな変化である。この変化を点群差分で表現することは難しいため、変状箇所についてはリアリティキャプチャ技術に頼らず、計測機器等による計測値に基づいて変化の傾向を把握し、安定性について評価する必要があると言える。

5. 道路防災点検 DX に必要な事項の検討方法

これまで実施してきた道路防災点検を DX する方法の一つとして、着目箇所の点検のみならず、全体像の変化もデジタル技術で確認することが必要である。これには、着目箇所の画像や計測値などの数値情報も併せて、360 度動画によるリアリティキャプチャ技術とクラウド上でのデータ管理・閲覧が可能な本手法は有用であると考えられる。また、データはクラウドサーバー上に保存されるため、BIM/CIM 情報や長期的な点検、補修、維持管理等の情報も一元管理できる点でも優れている。一方で、管理者側が過去から蓄積している記録との整合性を図るため、従来の点検様式に合わせた調査出力のニーズもあることから、点検様式に準じた出力が可能なプログラムを実装することで、完全なデジタル管理への移行期間にも対応可能である。

6. まとめ

道路防災点検は、1996（平成 8）年から行われており、これまでのデータ蓄積がある。管理上、過去の様式に合わせて記録せざるをえないところがあるものの、新しいデジタル技術を付加することで、点検時の状況をバーチャルで確認したり、GIS と連携したりすることによって、位置情報とも関連付け、いつでもどこでも施設状況が確認でき、変状の経過が把握できるような仕組みづくりが重要であると考えられる。

文 献

- 国土交通省. (2023) インフラ分野のデジタル・トランスフォーメーション(DX)施策
- 小椋紀彦・小西雄治・福地良彦・塩谷智基. (2023) 360 度カメラ撮影による点群化と橋梁の定期点検支援技術開発, 第 34 回日本情報地質学会講演会 講演要旨集, pp.019-020.
- 国土交通省.(2006) 点検要領
- Lin,J.J.,Ibrahim,A.,Sarwade,S.,Golparvar-Fard,M.(2022) Bridge Inspection with Aerial Robots: Automating the Entire Pipeline of Visual Data Capture, 3D Mapping, Defect Detection, Analysis, and Reporting. Journal of Computing in Civil Engineering, vol. 35, issue 2.