

VR を利用した視線情報に基づくコンクリート構造物の目視評価技能の可視化

長岡工業高等専門学校 学生会員 ○稲垣琉右孔
 長岡工業高等専門学校 正会員 村上祐貴 陽田修
 長岡工業高等専門学校 非会員
 長岡技術科学大学 非会員

関川周吾
 込山晃市
 上村健二
 原川良介

1. はじめに

コンクリート構造物の高耐久化に際しては、劣化因子の侵入を防ぐ緻密性の高い表層品質が求められる。コンクリート構造物の表層品質は、施工の影響を大きく受けるため、施工者や発注者は施工の出来栄を省察し、次の施工の改善に繋げる必要がある。目視評価法では、コンクリート構造物の沈みひび割れ、表面気泡、打ち重ね線などの5項目を評価項目として、数値的に点数付けをして評価を行う試みがなされている¹⁾。目視評価法は定量的にコンクリートの出来栄を評価できるため、施工の改善に繋がるツールとして期待されている。一方で、目視評価法は評価者によって評価結果にバラつきが生じることが既往の研究で報告されている²⁾。

そこで本研究では、目視評価法における評価のバラツキの原因を明らかにすることを目的とし、VR空間上で3Dモデル化されたRC構造物を対象に目視評価を行い、目視評価中の被験者の視線情報を計測した。

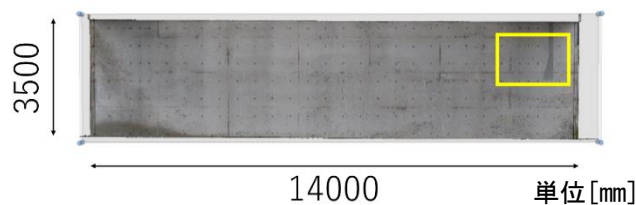
2. 試験方法

2.1 試験対象

本研究では、コンクリートの工事経験を有し、施工管理の実務経験が10年以上の技術者5名とした。幹線道路下のボックスカルバートを対象構造物とし、出来栄評価および目視評価を行った。

2.2 VR空間上に投影される3Dモデル

VR空間上に投影するボックスカルバートの3Dモデルは、Agisoft社Metashape Professional(ver.1.8.4.14671)を用いて109枚の写真を合成して生成した。3Dモデルの作成に使用した写真はデジタル一眼レフカメラ(Canon社、EOS Kiss X90、解像度：約2400万画素)で撮影した。図1に作成した3Dモデルを示す。



(a) 全体



(b) (a)の枠内の拡大図

図1. 作成した3Dモデル

2.3 試験手順

被験者はヘッドマウントディスプレイ(HTC社のVIVE Pro Eye)を装着し、VR空間上に投影された3Dモデル(2.2節参照)を対象として、目視評価試験を行った。試験中の視線情報は、VIVE SRAnipal Runtime(ver.1.3.1.1)を用いて焦点方向のベクトル等を取得した。なお、VR空間上では、右手のリモコンを用いて自由に移動が可能である。

目視評価試験は、コンクリート構造物の品質確保の手引き(案)(橋脚、橋台、函渠、擁壁編)平成27年12月に定義されている検査項目について評価を行った。①沈みひび割れ、②表面気泡、③打ち重ね線、④型枠継ぎ目のノロ漏れ、⑤砂すじについて、0.5点刻みで評価を行った。

3. 実験結果

3.1 目視評価結果についての検討

表1に、実構造物を対象に目視評価を行った評価点とVR空間上で目視評価を行った場合の評価点数の相関係数を示す。

キーワード 目視評価、視線情報、VR

連絡先 〒940-8532 新潟県長岡市西片貝町888番地 長岡工業高等専門学校 TEL 0258-34-9276

表 1. 実構造物と VR 空間上での平均点と相関係数

	実構造物	VR	相関係数
①沈みひび割れ	2.7	3.6	0.68
②表面気泡	3.0	2.9	0.73
③打重ね線	3.1	3.1	0.18
④型枠継ぎ目のノロ漏れ	3.2	3.1	0.80
⑤砂すじ	3.1	3.2	0.98

③打重ね線を除く評価項目の相関係数は 0.7 に近く
っており、VR 空間上において目視評価をある程度再現で
きたと考えられる。なお、櫻井らが実施した実構造物で
の目視評価³⁾は1 リフト(7 パネル)のみを対象とし、対象
構造物と被験者の距離を 1.5m と固定していた。打重ね線
では、10m 離れた遠方から打重ね線が確認できるかを評
価基準としているため、実際の評価結果と異なる点数に
なった可能性がある。このため、打重ね線は相関係数が
低くなったと考えられる。

3.2 注視点についての検討

②表面気泡において、評価点数が同じ被験者 A と被験
者 B の評価時の注視点を図 2 に示す。注視領域の大きさは
視力等の関係で人によって異なる可能性があるが、本
稿では 14cm×14cm 毎で仕切ることとした。領域は、視
線の侵入時間が多いほど赤くなっている。なお、視線情
報は、先行研究⁴⁾を参考に、0.06 秒間で視線の移動が 0.6
度以内のものを注視として扱った。図は対象構造物の右
側を拡大しており、同一の範囲を拡大している。

図 2 より、被験者 A は全体を注視して評価を行っている
が、被験者 B は局所的に注視をして評価を行っている。
このことから、評価点数が同じ評価者でも、注視する領
域が異なることが明らかとなった。

4. まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

- 1) 本研究では、③打重ね線を除く評価項目におい
て、VR 空間上で評価を行った場合の点数と現場で
評価を行った場合の点数に強い相関が確認でき
た。このことから、現場での目視点検をある程度
再現できたと考えられる。
- 2) ②表面気泡で評価点数が同じ被験者の視線情報を
比較したところ、評価点数が同じ評価者間でも注視
領域が異なることが明らかとなった。

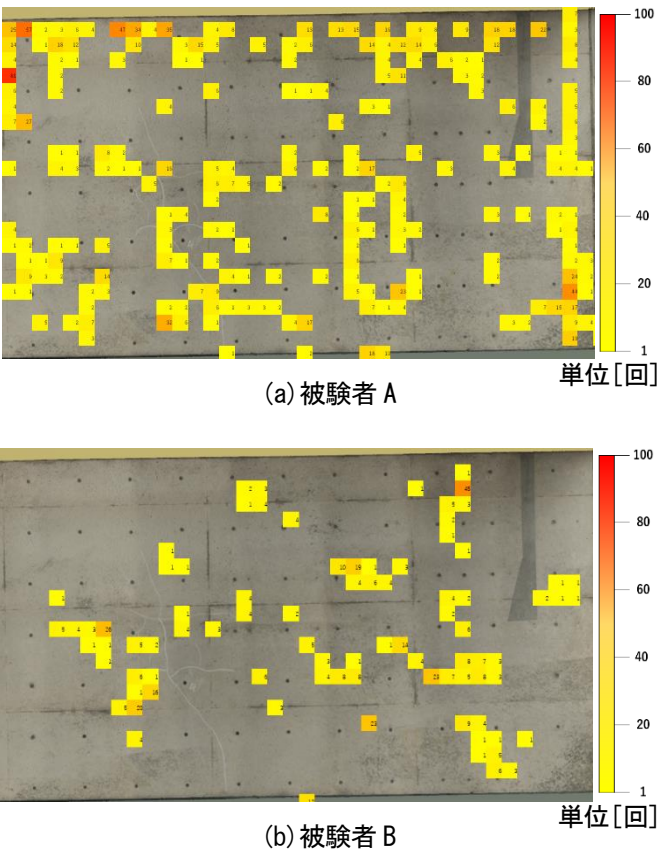


図 2. 表面気泡評価時の被験者 A と被験者 B の注視点

謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金(挑戦的研究(萌芽)、
課題番号: JP22K18836)により行った。ここに記して謝意
を表する。

参考文献

- 1) 細田暁, 坂田昇, 渡邊賢三, 佐藤和徳: 目視評価法を
活用したコンクリート構造物の品質確保の取組み,
コンクリート工学, Vol.54, No.10, pp1005-1014,
2016.10
- 2) 濱田那津子, 中村真人, 有坂壮平, 渡邊賢三: 機械学
習を活用した目視評価による表層品質評価システム
に関する一検討, コンクリート工学年次論文集,
Vol.42, No.1, 2020
- 3) 櫻井優, 関川周吾, 村上祐貴, 陽田修, 井林康, 上村
健二: 目視によるコンクリートの品質評価プロセス
の可視化, 土木学会第 77 回年次学術講演会, VI-826,
2022.9
- 4) 松本武, 下田政博, 岩岡正博, 榊原岳史, 上村巧, 鈴
木秀典: 森林作業道作設オペレータの作業中の注視
領域と注視対象, 森利誌, Vol.36(3), pp169-173, 2021