

橋梁の簡易点検における補助を目的とした 各種汎用デバイスの有用性の検討

長岡工業高等専門学校

大平龍臣

長岡工業高等専門学校

正会員 井林 康

1. はじめに

現在我が国では、橋梁の点検、維持管理の人員不足の対応や施工時の効率化が求められている。そこで、橋梁点検の省力化、コンクリート施工時の遠隔臨場および記録、現場に立ち会う技術者の効率化が重要になる。

こうした背景から、本研究では、比較的安価な装置である LiDAR スキャナを搭載したスマートフォンや 360 度カメラが、点検業務の補助にどの程度の有用性があるか検討を行う。想定しているのは、現場での施工時の遠隔臨場や、遠隔でのライブの橋梁点検、もしくは録画での損傷判定や診断である。

2. スマートフォン内蔵の LiDAR スキャナ

2.1 LiDAR スキャナの説明

LiDAR スキャナは、レーザー光の反射を利用して、モノや地形の「距離」を読み取るものである。本研究で使用するのは、本体価格 14 万円程度の iPhone12 Pro に搭載されている LiDAR スキャナである。この LiDAR スキャナを使い、損傷の大きさの測定や、3D スキャンした 3D モデルを使い損傷の判定や診断を目的とした。

2.2 計測アプリの性能検証

計測アプリとは、iPhone に搭載された標準のアプリで、カメラを対象物にかざすだけで、その長さが計測できるアプリである。計測アプリの性能検証として、水平方向、鉛直方向に対して精度に差があるか検討を行った。

計測方法は、水平方向は巻き尺を地面に伸ばし 10cm を基準に 1m10cm, 3m10cm, 5m10cm の 3 箇所にもガムテープで印をつけ計測した。また、鉛直方向は巻き尺を 2 階から垂らし、10cm を基準にして 1m10cm, 3m10cm, 5m10cm のところにガムテープで印をつけ、柱沿いに固定し計測した。結果として、水平方向より鉛直方向の方が差は大きかった。鉛直

方向は特に、対象物が 3m 以上になると計測アプリの白点が打ちにくく正確に測ることが難しかった。

次に、水平方向で対象物の端に立って測定する場合と、対象物の真ん中に立って測定する場合で差が出るのか、1m, 3m, 5m の場合で計測を行った。結果として、対象物の端で計測する場合の方が差が大きかった。端に立って計測する場合も対象物が 3m 以上になると白点が打ちにくいことが判明した。

さらに、路面に勾配がある場合の計測を行った。また、勾配約 55 度の階段と勾配約 5 度の坂で上、下、真ん中の 3 つの位置からそれぞれ計測した。計測結果を表-1 に示す。

表-1 勾配約 55 度と勾配約 5 度の測定値の差

計測する長さ(m)	差(m)					
	勾配約 55度			勾配約5度		
	上	下	真ん中	上	下	真ん中
1	0.01	0.01	0.02	0.04	0.07	0.01
3	0.11	0.02	0.03	0.05	0.15	0.05
5	0.44	0.34	0.12	0.55	0.49	0.24

表-1 より、どちらの勾配も共通して上から見下ろすと差が大きくなると判明した。また、全体的に勾配約 5 度の場合の方が差は大きくなった。計測位置から測点までの高低差よりも、計測位置から測点までの距離が大きくなると差は大きくなると考えられる。

2.3 3D スキャンアプリの性能検証

本研究では 3D スキャンアプリとして、3d Scanner App を使用した。計測アプリと同じ計測方法で水平方向、鉛直方向、勾配約 5 度の坂を 3D スキャンする。生成した 3D モデルをアプリ内のメジャー機能で測り、メジャー機能の精度を検証した。

一定の距離を保ちながらスキャンすることができたため、水平方向と勾配約 5 度の場合、結果に差は無かった。鉛直方向の 3D モデルについては上の方

を近くでスキャンできなかつたため、上手く 3D モデルが生成されず 10cm 程度の差が生じたと考えられる。また、100cm を超えると 10cm 単位になるため、1cm の位は四捨五入されていると考えられる。

3. 360 度カメラの性能検証

3.1 360 度カメラによるライブ配信

ライブでの橋梁点検や、施工時の遠隔臨場を目的として、360 度カメラのライブ配信がどの程度有用か検討した。360 度カメラとして、市場価格が 5 万円程度の Insta360 ONE X2 を用いた。この機種では配信方法として、Facebook、YouTube、RTMP があるが、今回は YouTube の RTMP アドレスを使用し、ライブ配信を行った。

画質とライブ配信で使用したデータ通信量の関係を検討した。そこで、ライブ配信で使用するデータ通信量、配信中の fps と解像度の関係を調べる。fps とは、1 秒間あたりに表示される画像数を表す単位のことである。fps と解像度と 20 分間のライブ配信に使用するデータ通信量の関係を下の表-2 に示す。

表-2 20 分間に使用するデータ通信量の関係

	解像度	データ通信量
15fps	720P	852MB
30fps	1080P	847MB
	1280P	794MB

1280P の 30fps は推奨の動画サイズではなく、アプリが落ちてしまったため、17 分で使用したデータ通信量の 794MB となった。全パターン試していないものの、表-2 の 720P の 15fps と 1080P の 30fps から使用するデータ通信量は、画質と比例しないことが予想される。

また、ライブ配信時の動作確認を行った。視聴画質を 480p まで落とせば多少動くが、頻りに動画が止まり、読み込みに時間がかかることが判明した。

3.2 360 度カメラによる動画録画

360 度動画の録画がどの程度有用か検討するために、360 度動画の録画を見て 2 つの橋梁の損傷図を作成し、点検調書と比較して考察をした。

コンクリート橋の場合、大まかに損傷の位置や種

類を分類することができていた。中でも漏水・遊離石灰、鉄筋露出がよく拾えていた、小さいひび割れや、薄い剥離など録画からわかりにくいものは書き漏らしがあった。録画だと距離感がつかみにくく損傷の位置がずれていた。

鋼橋の場合、鋼部材全体に腐食が見られていたので、特に腐食が進行している箇所を書き記した。鋼部材全体の腐食や遊離石灰など録画からよく見られたが、床版のひび割れは拾うことができなかった。

共通点として、ひび割れが拾いにくいと判明した。コンクリート橋ではひび割れの細かいものは把握できないものがあり、鋼橋では、一脚を最大に伸ばしても近くで撮影できなかったことが原因で、ひび割れの見落としがあったと考えられる。

次に、橋梁点検の補助として 360 度カメラの録画が、どの程度有用か検証した。軽装では人が入ることのできない橋梁を、一脚を付けた 360 度カメラで潜り込ませるように動画撮影した。動画を確認すると、図-1 に示す鉄筋露出が確認できた。

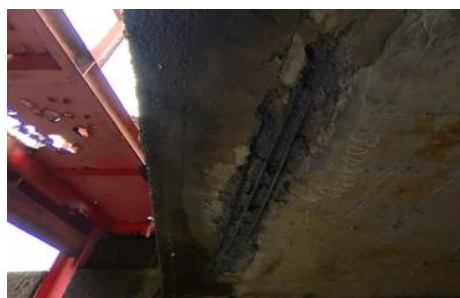


図-1 桁下の鉄筋露出

一方向のカメラの場合、損傷の位置をとらえることが難しい場合も多いが、360 度カメラで録画した動画のおかげでスムーズに点検結果の分析、検討を行うことができ、1 つの動画で複数の部材をまとめて見られるので重宝したと、担当者から報告があった。

4. まとめ

比較的安価に行えるスマートフォン内蔵の LiDAR スキャナや 360 度カメラの動画録画は、ある程度の実用性が確認できた。さらに実際の点検業務に活用することを想定し、改めて有用性の検討を進めていく予定である。