

橋梁床版下面の目視点検用簡易代替装置の性能評価

1214105 小野田 篤

1214222 瀬戸川 秀

1. はじめに

全国約 70 万の橋梁の維持管理においては、5 年に 1 回の近接目視による点検の国土交通省による義務化等により、現在、経済性と実用性を考慮した対応が望まれている。このような背景のもと、国土交通省・経済産業省では平成 27 年度、橋梁の近接目視を支援する装置（ロボット等）の開発を推進し、実用化のための現場検証の対象技術を公募した。そこで本研究では、本公募に応募するとともに、応募した橋梁下面の目視点検用簡易代替装置の開発に寄与することを目的に、開発中の装置に対する各種性能評価試験を行い、さらに現場試験によってその問題点を抽出した。

2. 本研究で開発中の目視点検用簡易代替装置

開発中の装置は、図-1 に示すように、長さ 2m のアルミ棒部材を接続部品でボルト接続する（最長 12m）ことで、全幅員約 13m までの橋梁下面の橋梁点検に使用可能である。棒部材上に LAN ケーブルで橋上から接続された複数台のカメラを設置し、橋上の点検技術者がタブレット端末から各カメラの操作を行い写真撮影（同時撮影可能）する。なお、点検装置は高欄部に設置した移動用のローラー装置により、橋軸方向移動が可能である。



図-1 開発中の橋梁下面点検装置(幸久橋)

3. 点検に使用するカメラの性能試験

使用カメラ（P 社製、光学 18 倍、光学相当 36 倍、解象度 1280×960（4：3））が、タブレット画面上及び写真データとして被写体（カメラに対して垂直に設置したコンクリート床版を模した壁面）のどの範囲を写すのか、及び各種撮影条件で判別可能なひび割れ幅はどの程度なのかについての試験を行った。

試験より得られた被写体までの距離（1m～5m）における、各倍率でのタブレット画面上及び写真データでの撮影被写体の横幅の変化を図-2 に示す。また、被写体までの距離が 2m と 5m の場合における各倍率での、タブレット画面上及び写真データ上（大型ディスプレイ画面上）で判別できる被写体上のクラックスケールのひび割れ幅の下限の結果を表-1（表中“×”は、「1.5mm のひび割れ幅も判別不能」を示す）に示す。表-1 より、0.1mm のひび割れ幅を写真上で判別するためには、2m で 8 倍程度、5m で 21 倍程度以上の設定が必要であることがわかった。

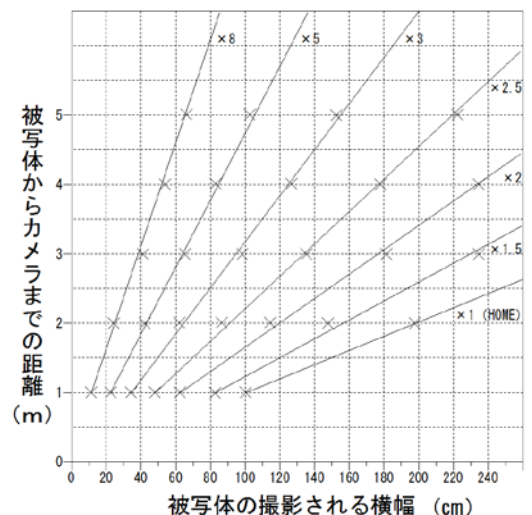


図-2 カメラ距離と被写体の撮影横幅の関係

4. 点検装置のたわみに関する性能試験

S 社製アルミ部材（一辺 40mm の中空角断面、質量 1.410kg/m）を用いた本点検装置の棒部材部分（長さは 6m～12m）に対してたわみの測定を行った。カメラ装置に見立てて 1 台当たり 1kgf を複数点に載荷し、各長において中央部のたわみ（両端位置からの相対量）を測定した。なお、点検装置の各棒部材の接続には“く”

キーワード：橋梁点検、点検装置、目視点検、コンクリート床版

No. 1-13（小出研究室）

表-1 タブレット画面上と写真データ上(大型ディスプレイで描画)から判別できるひび割れ幅の下限(mm)

		×2(2倍)	×2.5	×3	×5	×8	×13	×21	×29	×36
2m	写真上	×	0.4~0.35	0.35~0.3	0.2~0.15	0.06~0.04	0.04~0.03			
	タブレット上	×	×	×	0.3~0.25	0.15~0.1	0.06~0.04			
5m	写真上		×	×	0.5~0.45	0.3~0.2	0.15~0.1	0.08~0.06	0.06~0.04	0.04~0.03
	タブレット上		×	×	×	×	0.2~0.15	0.15~0.1	0.1~0.08	0.06~0.04

の字形の折り曲げタイプとストレートタイプの2種類を用いた。結果の一例として、長さ6m(2m×3本)と12m(2m×6本)の場合の点検装置中央部でのたわみの値(下方へのたわみを“+”)を表-2に示す。なお、6mでの1kgfの载荷は中央から50cmの位置と両端から1mの位置に左右対称に計4個(4kgf)、12mでの载荷は中央と中央から1.5m間隔の位置に左右対称に計7個(7kgf)とした。

5. 本装置を用いた橋梁点検の現場試験

国交省による現場検証の予備実験として、2015年10月20日に岩手県宮古市内の牛伏橋にて本装置を用いて橋梁点検を行った(図-3)。7径間橋長229m、全幅員5.4m、コンクリート床版鋼溶接橋であり、すべてのコンクリート床版下面の写真撮影を行った。予備実験で得た本点検装置の問題点を列記する。

- ・橋軸方向への移動の際、装置を吊るすロープが橋側面に擦れてしまい危険。
- ・装置の吊り上げ下げの時にLANケーブルが絡まる時がある。
- ・橋上のバッテリーが重いため、橋軸方向の移動時には台車が必要。
- ・棒部材を橋下の地面上に仮置する際、地面が常に平らとは限らないため、どのような場所でも置けるように両端に台が必要。
- ・橋軸方向への移動時、幅員が広いと両側の人同志の意思疎通がしにくいいため、何らかの通信機械が必要。
- ・被写体が暗い場合を考慮し、広い範囲を照らすライトが必要。

これらのうち、国土交通省による点検装置の現場検証に備え、LANケーブルに関しては、ケーブルスパイラルチューブ等を用いてきれいに配線し、絡まないような改善を行った。

6. 国土交通省による点検装置の現場検証

国土交通省等の公募に対して、平成27年11月13日と17日に茨城県那珂市国道349号幸久橋(14径間、橋長285m、全幅員6.0m)にて現場検証が行われた。本点検装置はRC橋(RCゲルバー桁形式)P9~P10径間(径間長18.7m)のコンクリート床版下面の点検を検証対象とし、13日に2時間程度で床版下面のすべての写真撮影を行った(図-1)。図-5に撮影写真の一例を示す。17日は、審査委員やマスコミ関係者等立会いの下、応募技術による点検作業の実演と説明(図-4)を行った。

7. まとめ

国土交通省による現場検証では、多くの橋梁の専門家の方々に研究成果の点検装置を見て頂き、説明と実演に高い関心を持ってくださる方が大勢いた。しかしながら、必要条件であるひび割れ幅0.1mmを目視点検と同様に高い精度で確認するには、今回使用したカメラでは性能的に不十分な点もあった。これらの改善により、現場での活躍を強く求められる装置になると考える。

参考文献 1) http://www.mlit.go.jp/report/press/sogo15_hh_000130.html 次世代社会インフラ用ロボット現場検証ポータルサイト

表-2 点検装置中央でのたわみ比較

部材長さ	使用した接続部品	たわみ(cm)	
		自重のみ	载荷時
6m	ストレートタイプ	5.2	7.1
	曲げタイプ	-11.7	-9.5
12m	曲げタイプ	8.5	35.8



図-3 牛伏橋での点検風景



図-4 幸久橋での現場検証の様子¹⁾

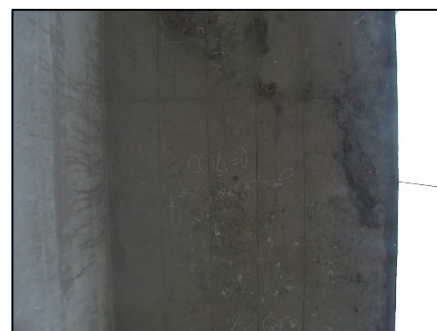


図-5 幸久橋張出し部床版下面