

CCD カメラを用いた橋梁の間接目視点検の適用検討

九州工業大学大学院 学生会員○小川洋史
九州工業大学 正会員 木村吉郎 久保喜延

九州工業大学 非会員 椿原和敏

1. はじめに 橋梁の維持管理を適切に行うためには、橋梁の機能低下の要因となる損傷を軽微なうちに発見し、適切な対策を行い、ライフサイクルコストを抑えることが重要である。そこで本研究では、比較的高精度かつ簡易な点検方法として、CCDカメラを用いた間接目視点検を橋梁に適用し、その可能性と改善すべき点等を検討することを目的とした。

2. 実験方法

2.1. 実験機器 川田工業(株)製の CCD カメラシステム (有効画素数約 38 万画素)を用いた¹⁾。設置状況を図 1 に示す。カメラからの映像は、ノートパソコン上に動画として表示されるが、記録はビットマップイメージ形式の静止画 (900KB)で行われる。カメラの向きは、縦方向(チルト)、横方向(パン)にコントロールできる。ズームは、25 倍までが光学ズーム、それ以上の倍率から 12 倍までのデジタルズームが加わり、光学ズームとの組み合わせで最大 300 倍となる。高所点検用の支持具として、甲南エレクトロニクス(株)製の伸縮ポール及びポール座を用いた。伸縮ポールの最大高さは 10.9m、重量は約 8kg でポールの伸縮作業は三脚に乗り手動で行う。



図 1. CCD カメラ設置状況

2.2. 実験概要 定期点検データがあり、橋梁下部に支持ポールを設置できる北九州市内 2 橋を対象として点検手法の適用性を検討した。定期点検においてある程度の損傷が確認され、橋脚やフランジによって下からの遠望目視では死角となってしまう箇所を中心に、CCD カメラによる間接目視を試みた。特に、杓座のひびわれ、支承の腐食・塗装劣化や桁の損傷に着目した。また一連の点検にかかる時間や作業性も調べた。

3. 実験結果及び考察 CCDカメラと支持ポールを用いた間接目視の最大の利点は、死角となって地上からの遠望目視では見えないものが視認できることである (図 2)。例えば図 2-aは、橋脚横梁上面部のひび割れとその周辺に見られた排水管の一部が腐食して落下した状況である。また図 2-bは、支承と杓座の境のモルタルの割れである。この他に見られたものとしては、杓座・橋座上部のひび割れ・土砂の堆積、伸縮装置の腐食・破損、支承の腐食・塗装劣化、横桁と主桁の接続部の塗装劣化等である。またもう一つの利点として、地上からの遠望目視でも確認できるが、CCDカメラを用いることによってより詳細に視認できる場合がある (図 3: 排水管の損傷状況)。こうした例としては、ボルトの欠損や落橋防止装置の腐食、コンクリート床版のひび割れ・剥離・鉄筋露出・遊離石灰・漏水・滞水、主桁の腐食・塗装劣化、排水設備に植物が茂った状況、桁連結落橋防止装置の座金部の腐食、地覆の剥離・鉄筋露出等が挙げられる。なお今回点検した橋梁では、今後補修が計画されており、今回の結果も参考にしながら補修項目が決められる予定である。

CCD カメラを用いた間接目視点検では、近接目視と同等の視認性が得られ、点検足場を設けたり、点検車を用いることなく定期点検レベルの情報が得られることが分かった。しかし、点検に際して不便な点もいくつかあった。例えば、支承は橋脚上面と橋桁の間の空間を通して視認するため、CCD カメラを空間の真正面

キーワード ; CCD カメラ, 間接目視点検, 維持管理, ひび割れ, クラックスケール

連絡先 ; 〒804-8550 北九州市戸畑区仙水町 1-1 Tel.(093)884-3466 Fax.(093)884-3100

に設置する必要がある。今回用いた支持ポールは、高さが 50cm 間隔でしか固定できないため、不便であった。また、カメラの位置を変えて撮影したい場合も、安全に移動させるために一度支持ポールを下げて移動しなければならないため、桁高により多少の違いはあるが 2～3 分程度の時間がかかる。このように、支持具は高さが連続的かつ容易に変更できるような工夫をしていく必要があると考えられる。ただし風で振動しない、高い位置まで支持可能、可搬性を考え軽量であることなど、相反する要求があり、その実現は容易ではない。更に、CCD カメラは、ズームを一倍とした場合でも一度に視認できる範囲が狭いため、損傷の内容が分かりにくいことがあり、より広角なレンズを用いることが望ましい。

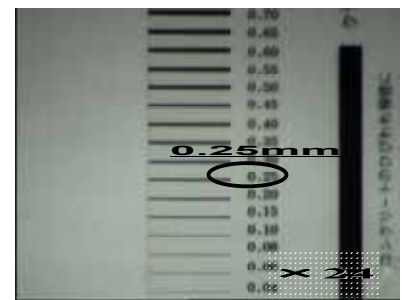
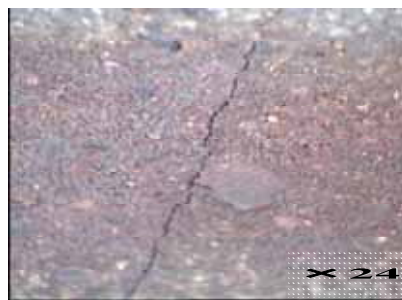


(a) 橋梁横梁上部のひび割れ (b) 支承と沓座の境のモルタルの割れ 図 3. CCD カメラで詳細に視認可能 (排水管)

図 2. 地上からは死角になる部分の CCD カメラによる視認画像

4. ひび割れ幅の推定及び考察 点検時にひび割れを発見した場合、そのひび割れが何mm程度のひび割れかを知ることは重要である。しかし、CCDカメラによる間接目視では、ひび割れ幅を直接求められない。そこで CCDカメラからの距離を 50cm～250cmまで 50cmごとに 5 ケース、ズーム倍率を 7 倍、14 倍、24 倍と変え 3 ケース、計 15 (5×3) ケースについてクラックスケールを別途撮影した。これにより CCDカメラからひび割れまでの距離を測定し、いずれかのケースと同じズーム倍率を用いてひび割れを撮影し、画面上でのひび割れ幅とクラックスケールの幅を比較することによって、ひび割れ幅を求めることとした。ひび割れまでの距離は水平距離とカメラの縦方向 (チルト) の角度から算出する。なお、例えばひび割れまでの距離が 70cm の時は、50cm と 100cm の場合の数値からスプライン補間を用いて割り出すようにした。

図 4 は沓座部に生じたひび割れで、同距離、同倍率 (150cm, 24 倍) において撮影したクラックスケールと比較したものである。この場合のひび割れ幅は、0.25 mm と求められる。ズーム倍率が 7 倍、14 倍でも同様に比較してみたが同じ結果が得られたので、これは正確な値だと考えられる。ただし、ひび割れが真正面にある場合とは異なり、角度がある場合は誤差が生じてくるので注意が必要である。



(a) 状況図

(b) ひび割れ拡大図

(c) クラックスケール

図 4. 同倍率、同距離画像比較図

【謝辞】 北九州市建設局道路技術課の方々には、点検橋梁の情報を提供頂くなど多大なご協力を頂いた。ここに記して謝意を表します。

【参考文献】 1) 木村他：橋梁点検に対する CCD カメラを用いた間接目視の適用性の検討，土木学会第 60 回年次学術講演会，1-526，pp.1049-1050，2005.9