

自走式点検装置による斜材の点検手法

中日本ハイウェイ・エンジニアリング 東京(株)

○高野 真希子

中日本ハイウェイ・エンジニアリング 東京(株)

緒方 紀夫

1. 点検装置開発の背景

斜張橋の斜材部は、斜材、定着部、制振装置で構成されている。中でも斜材は、斜張橋にとって「生命線」ともいえる重要部材である。一方、斜材の現在の点検は望遠鏡による遠望目視であるが、道路法施行規則の改定により、近接目視により5年毎の点検が義務付けられた。これにより、今後は斜材に関しても近接目視が基本となる。高所作業車を用いた目視点検による外観変状の有無の確認は、橋面上高さ30m程度までが限界であり、それ以上の高所では大きな変状以外は確認できない。また、外観変状のみの目視点検であるため、保護管内部の鋼材の状態は不明であるといった課題が挙げられる。

そこで、斜材の外観調査を行うビデオカメラおよび内部鋼材破断の有無を調査する検査センサーを搭載した自走式点検装置の開発を行った。

2. 自走式点検装置の概要

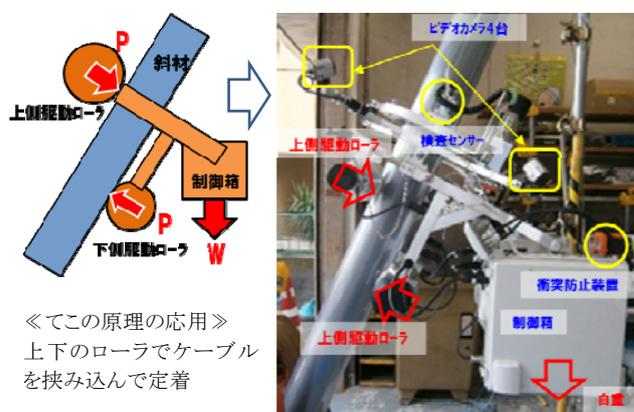
自走式点検装置は、斜張橋の斜材の外観変状および内部鋼材の変状を点検できる無線操作による自走式の点検装置である。斜材の外観変状を4個のビデオカメラにより撮影し、リアルタイムで損傷等の変状、寸法、損傷位置を確認できる。損傷が発見された場合には、検査センサーを装着し、内部鋼材の変状を検査することができる。装置全景を図1に示す。

2.1 装置本体部の構造

中日本管内の斜張橋の斜材径は、 $\phi 100\text{mm} \sim 180\text{mm}$ である。昇降装置は図2(1)に示す様に、この原理を応用した構造¹⁾とすることで50mm程度の径の差を1台で汎用できる構造とした。



図1 自走式点検装置全景



(1) 昇降装置構造

(2) 装置構造

図2 自走式点検装置の基本構造

よって、 $\phi 100 \sim 150\text{mm}$ および $\phi 150 \sim 200\text{mm}$ 対応の2種類のローラーを作製し、対象の斜材径に対応してローラーを選択することにより、管内の全斜材径に対応できる仕様とした。ここで、図2に装置の基本構造、図3に自走式点検装置を用いた点検手順を示す。

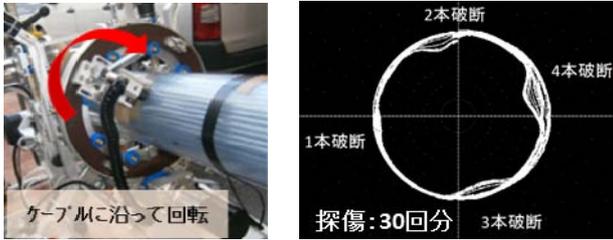


図3 自走式点検装置を用いた点検手順

Check method of slanting cable by the Self-propelled check system
by
Makiko TAKANO and Norio OGATA



図4 ビデオカメラ部



(1) 探傷方法 (2) 検出波形 (円周波形)

図5 渦流探傷センサーによる検査結果の一例



(1) 健全部 (2) 外観変状部

図6 カメラ画像による目視点検

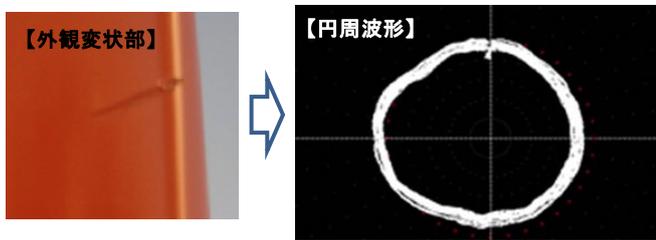


図7 センサー試験結果

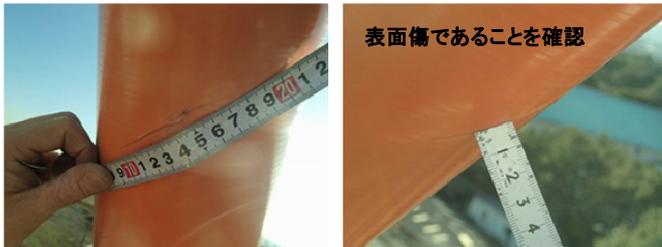


図8 高所作業車からの近接目視

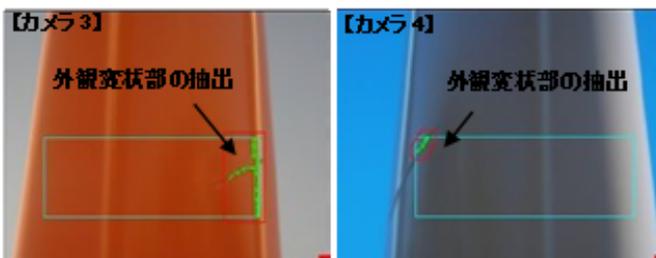


図9 カメラ画像の解析処理結果

2.2 ビデオカメラ部

4個のカメラで斜材の全周の調査・点検が可能である。速度4~7m/分での撮影時にも鮮明な画像が得られる。また、カメラのズーム機能により外観変状の確認が可能である。また、照明を備えており夜間の点検も可能である。ビデオカメラ部を図4に示す。

2.3 検査センサー部

検査センサー部は、渦流探傷試験用の検査センサーと渦流探傷器で構成される。ビデオカメラによる目視点検により外観変状を発見した場合には、検査センサー部を取り付けて渦流探傷による検査を行い、内部鋼材破断の有無を調査する。検査センサーによる探傷は、損傷検査範囲300mm間を10mmピッチで移動させ30回の検査を行う。探傷結果は、検出波形により判定し、損傷部では波形が乱れて表示される。ここで、渦流探傷センサーによる損傷模型の検査結果の一例を図5に示す。損傷模型では、内部鋼材の破断本数1本~4本を設けて探傷を行ったが、図5(2)に示すように、破断本数により健全部より内側に凸型の波形が表示されていることが確認できる。

2.4 データ処理ソフト部

外観の変状箇所を自動抽出することができる。ビデオカメラデータは、ケーブル全周を4個のカメラ画像の動画として記録しているが、これを静止画変換し、外観変状箇所を抽出する。特異抽出は、画像のコントラストで判断する。指定した解析範囲の画像を平均化したベースコントラストと比較して輝度の大きく変化している突出部を特異として抽出することができる。

3. 実橋斜材による点検事例

実橋斜材の点検事例を示す。カメラ画像による目視で外観変状が見られた。カメラのズームにより損傷状況を確認するとともに検査センサーによる内部鋼材の詳細調査を実施した。検査センサー試験結果は図7に示すとおり波形に乱れは見られなかった。さらに、高所作業車からの近接目視により外観変状部の確認を行い、図8に示すとおり表面傷であることを確認した。その結果、カメラによる点検で十分に健全部と損傷部の判断を行うことが可能であることが確認できた。また、データ処理ソフトによっても目視で確認した外観変状箇所を特異として自動抽出できることを確認した。ここで、実橋斜材の点検事例を図6~図9に示す。

4. まとめ

物理的に近接目視が困難であった斜材点検に対する実用装置を開発・作製し、実橋による点検を実施して自走式点検装置の実用性を確認した。その結果、カメラモニタによる目視は、肉眼による近接目視と同等な精度で、損傷部を検出可能であることが確認でき、近接目視点検と同等の評価が可能で非破壊検査手法と認識することができた。

【参考文献】

1)川崎ほか：自重を利用した円柱昇降ロボット，日本ロボット学会誌 Vol.29 No.7, pp.592~598, 2011