

I-233 構造物視覚点検装置の開発

本州四国連絡橋公団

後藤 勇

(株)本州四国連絡橋エンジニアリング 後藤 浩平

三菱重工業(株) 広島製作所 正員 ○江草 拓

同 上 広島研究所

和田 宏一 真鍋 幸男

1. まえがき

近年、本四連絡橋に代表される大型橋梁が相次いで建設・供用を開始しているが、この様な橋梁では従来以上に機能維持はもちろん安全、環境維持の点からたゆまざる点検が必要となっている。例えば本四橋では各種の点検・補修作業車が常設され、安全なメンテナンスに使用されているが、それでもなお監視・点検のゆきとどき難い部分も少なくない。また点検データの記録・整理・編集に多大の人手と時間を要している等、現状の点検方法は未だ改善の余地が残されている。

このような背景から本研究では、監視のゆきとどき難い構造部を対象に作業者からの遠隔操作による監視・モニタリング機能を備えた携帯型点検装置の開発を試みた。

2. 開発方針の設定

本研究を進めるにあたり、大鳴門橋をモデルとして現地調査・予備実験等を行い、現状点検作業の問題抽出と開発装置の具備すべき機能の抽出を行った。

(1) 現状点検作業の分析：塗膜状態の確認を主体とする視覚点検ニーズが最も高いが、常設作業車を用いても視認困難な死角部があり、(補剛桁の主構上格点部等、図1参照)構造上重要な部位でもあるため、これを点検可能とする装置が必要とされる。

(2) 装置の基本機能：図1に示すごとく、外面作業車より3m程度のリーチを有し、先端部には格点内部をのぞき込むための補助照明付きの視覚装置と、姿勢を遠隔操作するための多関節機構が不可欠となる。さらに作業車への搬入経路や、車上的の移動などを考慮すると収納時のコンパクト性と軽量化が必要になる。

このような装置を仮定した時の点検位置を図1中に模式図で示すと共に、観察可能範囲を同図中に斜線部で示すが従来の難点検箇所をほぼ全域カバーしていることがわかる。

3. 携帯型視覚点検装置の開発

3.1 構成と機能

前節の方針に基づいて試作した装置の構成を図2に示す。

(1) 光学系：本点検では点錆やクラック等の比較的微小欠陥も検出する必要があるため、最小0.4 mまでの近接撮影が可能な超軽量CCDカメラとズームレンズを新規に開発した。自動絞り、電動ズーム(6倍)・焦点機能と防塵・防滴カバー込みで重量は300grである。図3には本視覚系の視野と分解能を示すが、撮像距離WD=650mmで広角状態では560mm(対角視野)のマクロ観察が可能で、望遠状態に切り換えると分解能0.1mm

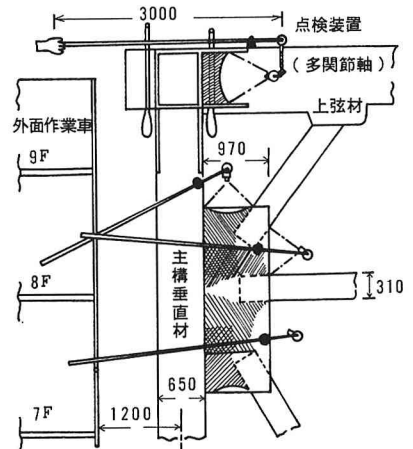


図1 難点検箇所と点検装置の配置例

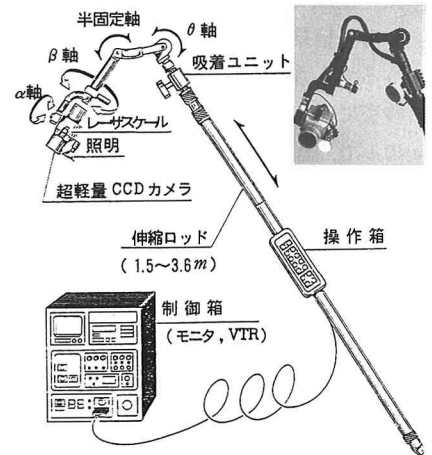


図2 試作点検装置の構成

の高精度点検が可能である。またカメラ側部には20Wハロゲンランプによる照明の他、光ファイバで誘導したHe-Neレーザ光をカメラ光軸と平行に投光し、画像上に映されたセンターマークとの定距離をスケールとするレーザスケール機能を搭載した。これにより任意の画像拡大率においても常に欠陥寸法を直読することができる。

(2) アーム系；3段伸縮ロッドに4関節軸（内一つは半固定）を組合せ、最大3.6 mのリーチを有している。またロッド先端には電磁石または真空パッド方式の吸着ユニットを設け、点検箇所近傍に吸着させて操作時のモーメント荷重やカメラ振れの低減を図った。さらにロッド手元には操作箱を設け、アームの駆動、カメラ・レンズ系の調整、照明やレーザスケール、吸着ユニットの開閉を遠隔操作可能としている。（図4参照）

(3) 制御部；図4に示すごとく各種コントローラ他、カラーモニタ、ビデオデッキを搭載し、点検データの観察・記録ができる。

また本装置は内蔵バッテリーにより、電源の無い所でも最大90分稼働させることができる。

開発にあたっては特に機動性を重視し、本体2.9 kg、制御箱13.5 kgと軽量化を図るとともに、背負式可搬型ケースに収納して携帯搬送を可能としている。なお事務所でのデータ整理のために点検日、箇所等の文字挿入、画像プリント等も追加機能として付設している。

3.2 モデルテスト

本装置の機能確認のため、図5に示す格点部モデル体を用いての動作テストを行い所期目標を十分達成した。図6には点検画像例を示すが、特にクラック検出では0.05mm巾のゲージ線を検出する高分解能を得た。

4. あとがき

本装置はここで示した以外の橋梁部材・コンクリート構造物・煙突・貯油タンクなど、点検者が直視できない死角・狭隘部にも適用可能と考えられ、今後は各種実機テストを進めながら改善を図って行く予定である。

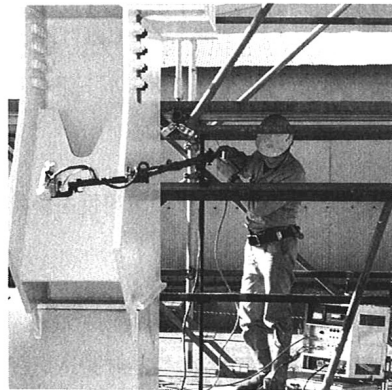
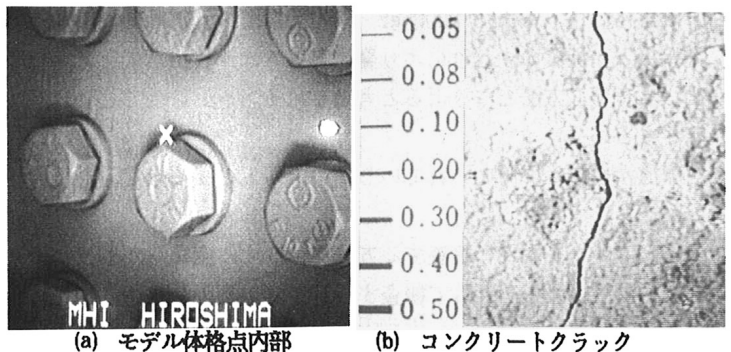


図5 モデル試験状況



(a) モデル体格点内部

(b) コンクリートクラック

図6 試作装置での撮像例

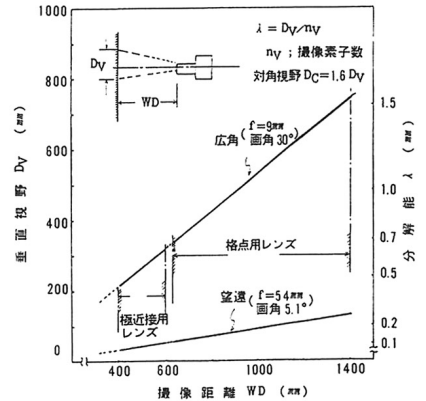


図3 超軽量視覚系の視野と分解能

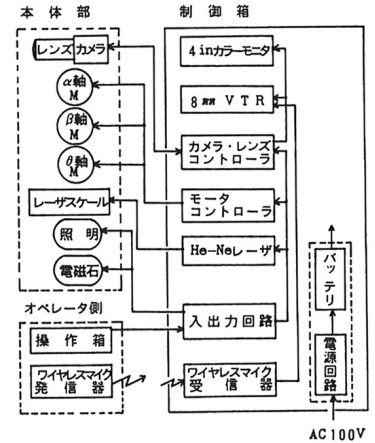


図4 各種電気機器の構成