鋼橋維持管理のための結露付着状況自動認識システムの開発

長崎県土木部　正会員　○中　忠資　長崎大学工学部　フェロー　岡林隆敏
長崎大学工学部　正会員　奥松俊博　長崎大学工学部　学生会員　石橋直樹

１．はじめに

鋼橋の維持管理において、錆問題は保有耐力の低下や景観の問題から極めて重要である。錆発生を抑制するためには、温度、湿度、気中塩分等の環境要因がもたらす影響を精査し、橋梁洗浄[1)]等の維持管理対策を講じる必要がある。一方で、少子化などの社会的背景より、労働人口の確保や困難になることが予想され、IT技術により維持管理業務を効率化していくことが肝要となる。そこで本研究では、錆発生の原因のひとつである結露の発生を自動認識するための方法を開発することを目的とした。ネットワークカメラ、移動体通信による結露付着状況モニタリング、また画像処理技術による結露自動認識システムを開発し、鋼斜張橋の箱桁下部に付着する結露観測に適用した事例を示す。

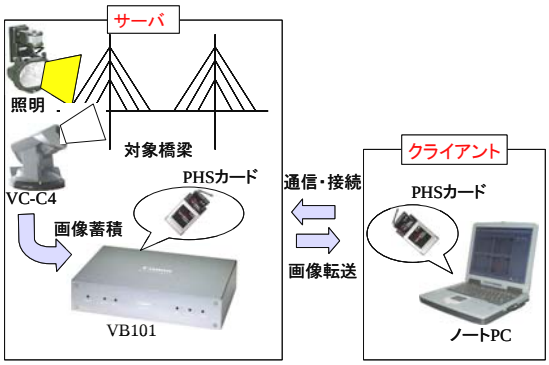
図－１　女神大橋

２．対象橋梁

対象橋梁は、平成 17 年 12 月に供用開始した３経間連続鋼斜張橋の女神大橋（長崎市）である。その外観を図-1 に示す。結露モニタリング箇所は、女神側（東側）主塔の橋梁箱桁下部とした。橋梁箱桁下面に付着した結露を確認するためのネットワークカメラと移動体通信によって構成される結露遠隔モニタリングについて以下に示す。

３．結露画像遠隔モニタリングシステム

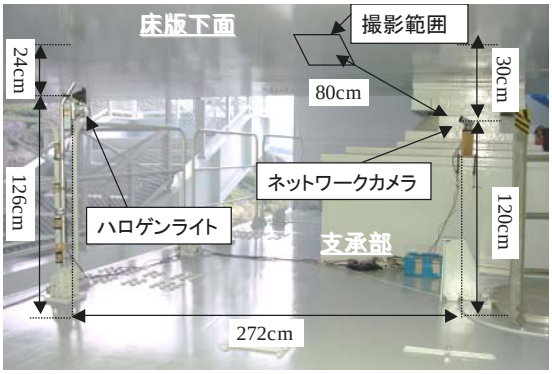
結露画像遠隔モニタリングシステムの概要を図-2 に示す。箱桁下面に付着する結露画像を撮影／保存するため、有効画素数 38 万画素のネットワークカメラ(Canon VC-C4)、カメラサーバ(Canon VB101)を使用した。また撮影対象箇所を照明するためにハロゲンランプを用いた。以上で構成される機器が本モニタリングシステムにおけるサーバとなる。照明の点灯、撮影、データ自動転送の一連の流れは、仮想計測器ソフトウェア LabVIEW で開発した制御プログラムにより全自動化した。クライアント PC が予め設定した時間間隔毎にサーバ PC にダイアルアップ接続を行い、サーバに蓄えられた画像データを自動取得する。ここでサーバ／クライアント間のデータ送受信には、PHS による PIAFS 接続を適用した。



図－2　結露遠隔モニタリングシステム

４．実橋梁への適用

本システムによる結露付着状況画像の遠隔モニタリングを実施した。女神大橋の主桁支持梁の上部に設置した本システムを図－3 に示す。ネットワークカメラは、箱桁下面を明瞭に撮影できるように支承台に固定設置し、撮影対象との距離は 80cm 程度とした。撮影時間間隔は 30 分とした。



図－3　モニタリングシステム設置状況

キーワード：橋梁維持管理，錆，結露，画像処理，遠隔モニタリング
連絡先：〒852-8521　長崎市文教町 1-14　長崎大学工学部社会開発工学科　TEL 095-819-2626

５．結露発生状況自動検出システム

結露付着状況を目視で確認することは可能であるが、自動的に判別するためには、客観性のある定量的なデータを抽出する必要がある。そこで、画像処理技術を用いた結露発生状況自動認識システムを開発した。図 - 4 は、結露情報を検出するための解析フローである。ネットワークカメラで撮影した結露発生画像を元に、カラープレーン抽出、フィルタ処理などの画像処理を施し、結露（粒子）を数値情報とし表現する。相対的に比較することにより結露発生の有無を判断する。結露検出プログラムの実行画面を図 - 5 に示す。

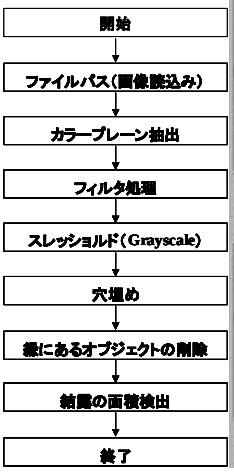


図 - 4　解析フロー

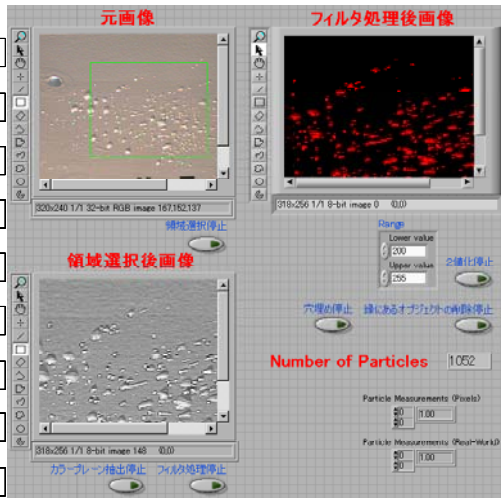


図 - 5　結露検出プログラム

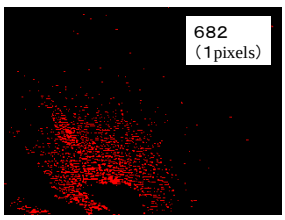
６．結露発生状況自動検出システムによる実験結果

(1)目視による結露付着検出結果

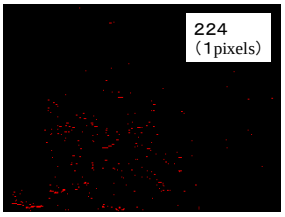
本システムで得られた、結露未発生時および発生時の女神大橋箱桁下面の画像（写真）を、それぞれ午前 5 時、8 時について記録したものを図-6(a)、図-7(a)に示す。画像から分かるように、結露発生がある場合、照明が水滴に反射し対象範囲が光って見え、そのため結露発生の有無を目視判別することは可能である。しかし効率的に結露の付着状況を判断するためには、非目視による方法で自動認識を行う必要がある。

(2)画像処理による結露自動認識結果

上記の撮影画像を結露発生状況自動検出システムにより二値化処理した画像を図-6(b)、図-7(b)に示す。水滴が粒子情報として表現され、これらの粒子合計数を指標として、結露付着を自動判別することが可能である。各画像に表示した数値は、抽出粒子数である。結露未発生時に対する結露発生時の抽出粒子数は、午前 5 時の場合は 2 倍以上、また午前 8 時の場合は 5 倍以上であった。このように検出粒子数を指標として、結露発生の有無を確認することが可能であることを確認した。



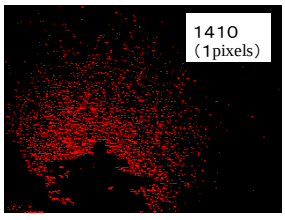
1）5AM



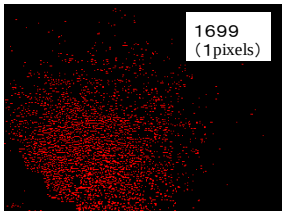
2）8AM

（a）画像処理前　　（b）画像処理後

図 - 6　結露未発生時（12 月 5 日撮影）



1）5AM



2）8AM

（a）画像処理前　　（b）画像処理後

図 - 7　結露発生時（12 月 3 日撮影）

７．まとめ

本システムが結露発生状況の認識に有効であることを示した。しかしながら、照明や結露の分布が粒子解析結果に影響を与えることがあるため、長期観測によりシステムを改善する必要があると考える。

［参考文献］1）越後滋ほか：橋梁洗浄技術の開発，川田技報 Vol. 21, pp. 30-35, 2002