

鋼橋維持管理のための結露モニタリングシステムの開発（その1）

ーネットワークカメラを用いた結露遠隔モニタリングシステムー

長崎大学工学部 学生会員○金子周平 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

1. はじめに

鋼橋の維持管理を考える場合、錆問題を無視することはできない。渡海橋などの海洋架橋の場合には、塩分などの影響により、特に深刻な問題となる。保有耐力や景観の見地から、できるだけ、錆の発生を抑える必要があり、そのための方策を検討した上で、維持管理につなげ、また維持管理コストを低減することが重要である。近年、鋼橋の水洗浄が実施されるようになってきた。そこで、錆発生の要因が主に水分であることを考慮し、また、温度、湿度、気中塩分等の環境要因が、錆発生にどのように影響するかを検討していく。本研究では、鋼橋箱桁下部に付着する結露のモニタリングを目的とし、ネットワークカメラと移動体通信による結露付着状況モニタリングシステムを開発した。

2. 対象橋梁

結露モニタリングの対象は、平成17年12月に供用を開始した3経間連続鋼斜張橋の女神大橋（長崎市）（図-1）である。本橋は、長崎港によって分断されている長崎市南部・西部を最短距離で結ぶもので、橋梁全長は、主橋梁部：880mと取付高架橋部：409mをあわせた1289mである。また、中央径間長は480mである。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する。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。



図-1 女神大橋

3. 結露遠隔モニタリングシステム

本システムは、現場に設置する結露観測用機器、取得した画像データを遠隔地に送信するためのPHS通信機器、遠隔地で結果を表示するためのノート型PCから構成される画像遠隔モニタリングシステムである。図-2に結露遠隔モニタリングシステムの概要を、表-1に使用機器一覧を示した。

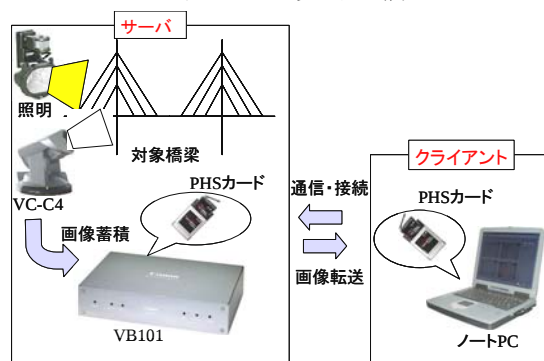


図-2 結露遠隔モニタリングシステム

表-1 使用機器

機器名	型式(メーカー)
ネットワークカメラ	VC-C4(Canon)
ネットワークカメラサーバ	VB101(Canon)
照明	ハロゲンランプ(150W)
フラッシュメモリ	96MB
PHS通信カード	C@rd-H ² 64 (SII)

(1) ネットワークカメラによる結露モニタリング

橋梁表面に付着した結露を監視するために、ネットワークカメラ（VC-C4）（有効画素数：38万画素（1/4CCD））とカメラサーバ（VB101）を使用した。カメラサーバには撮影した画像を一時的に保管し、以下に記載するPHSによるPIAFS通信により、遠隔地に画像データを送信する。

(2) 移動体通信による結露遠隔モニタリング

本橋梁は市街地に近接しているため、本モニタリングでは、都市部において比較的通信状況がよいPHSを利用した。データ転送レートは64kbpsである。画像転送プログラムは、仮想計測器ソフトウェアLabVIEWで開発した。本プログラムは、クライアントPCが、現場のネットワークサーバにダイアルアップ接続し、画像取出と接続切断を一定時間ごとに、1回の頻度で行うという動作を自動化させている。

以上のネットワークカメラシステムにより、結露付着部の画像を自動撮影し、その画像を、15km隔てた

長崎大学に転送するシステムを構築する。また、PHS によるピア・ツー・ピア接続により、長崎大学から現場に設置したネットワークカメラの遠隔操作を可能とした。

4. 女神大橋における実験

(1) 結露モニタリング実験

本システムを女神大橋の橋桁の下に設置し、撮影した結露の画像を長崎大学のノートパソコンへと転送する実験を長期に渡って行った。カメラは橋桁の下面を撮影するように設置し、撮影対象とカメラの距離は約 80cm、カメラと照明の距離は約 2.7m である。画像の撮影は毎時間の 0 分と 30 分に行い、画像の転送はサーバの画像蓄積後に行うようにプログラムを作成する。

この実験を通して橋梁の下面に水滴が付着する様子を観察する。対象橋梁である女神大橋（サーバ）と長崎大学（クライアント）の位置関係を図-3 に示し、現場のシステムの設置状況を図-4 に示す。本実験における機器の電源は支承付近に設置した分電盤（AC100V）より供給し、継続的なモニタリングを実現している。

(2) 実験結果

(a) システム稼動状況の確認

本システムを現場に導入し、画像撮影、PHS 通信カードでの画像転送、長崎大学（クライアント）側での画像の閲覧状況の評価した。その結果、本システムが正常に稼動していることを確認した。但し、現場に設置したカメラのレンズに汚れが付着することがある。それにより、撮影画像の精度が劣化するなどの問題が生じることがあるため、何らかの対策を講じる必要がある。

(b) 結露発生有無の判別

本システムにより転送された現場の画像データから、目視により結露発生の有無を判別した。

図-5 は結露発生があった場合と、なかった場合について、それぞれ午前5時から8時まで、計4枚の画像を並べたものである。ハロゲンライトの光が反射することで、目視により、結露付着を判別することができる。表-2 には現場付近に設置した百葉箱より得た気温と湿度を示す。

表-2 気温と湿度

時刻	12月3日		12月5日	
	気温(℃)	湿度(%)	気温(℃)	湿度(%)
AM 1:00	8.0	89	1.5	87
2:00	7.5	91	2.0	82
3:00	7.5	92	2.0	80
4:00	7.5	91	2.5	80
5:00	7.0	84	3.5	70
6:00	7.0	86	5.0	55
7:00	6.5	91	5.5	51
8:00	7.0	89	5.5	45



図-3 対象橋梁の位置

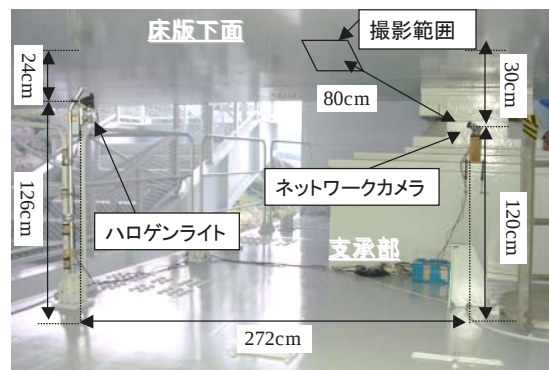


図-4 設置状況

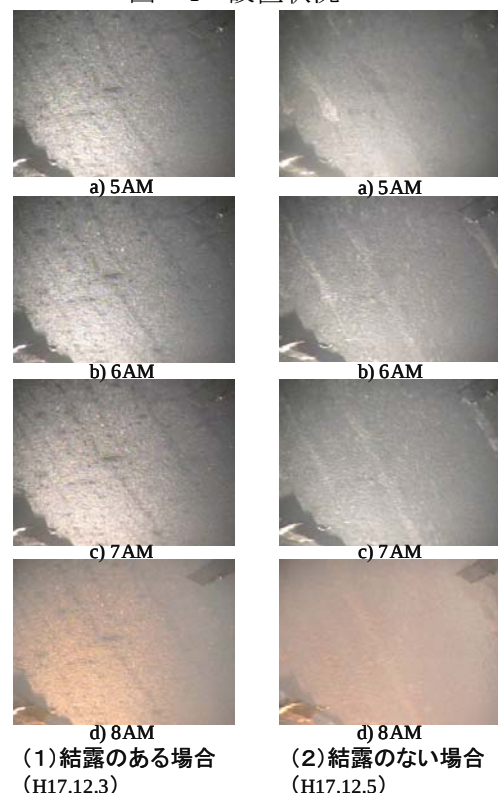


図-5 結露画像

5. まとめ

ネットワークカメラと移動体通信を用いて、結露画像遠隔モニタリングシステムの開発を行った。現場画像を遠隔地の事務所に転送するシステムとして有効であることを確認した。また、元画像より、結露付着状況をおおよそ判別することが可能であることを確認した。より効率的なモニタリングシステムとするために、結露発生を自動認識させるシステムの開発が必要と考える。[参考文献] 1)内海靖ほか：JH 東海北陸自動車道 苅安賀高架橋実橋追跡調査報告,土木学会第 57 回年次学術講演会,pp1461-1462,2002