

送気乾燥システムを採用した吊橋ケーブルの健全性確認手法の確立

本州四国連絡高速道路株式会社

しまなみ今治管理センター 橋梁維持課長代理 森 幸夫

1. はじめに

日本の夏場は高温多湿で、腐食に関して厳しい気候である。本州四国連絡橋の因島大橋ではケーブル内部を調査したところ、ケーブル内部に水分が確認されるとともに表面から2～3層までの素線（亜鉛めっき鋼線）に発錆が認められた。ケーブルは腐食が進行すると補修や取替が困難なことから、その防食に万全を期するため、予防保全としてケーブル内に乾燥空気を送るシステム（図-1）を開発し、全吊橋に導入している。

ケーブルの健全性確認は、ケーブル内湿度の手動計測と一部区間の自動計測及び送気・排気カバーの点検窓からの素線の目視点検により実施している。しかし、ケーブル内湿度のリアルタイムな把握と素線状況の検証が課題となっていた。

ここでは、瀬戸内しまなみ海道の来島海峡大橋（3連吊橋：橋長4,105m）（写真-1）にケーブル内湿度の遠隔監視システムを新たに導入して、ケーブルの健全性確認手法を検討した結果を報告する。



写真-1 来島海峡大橋

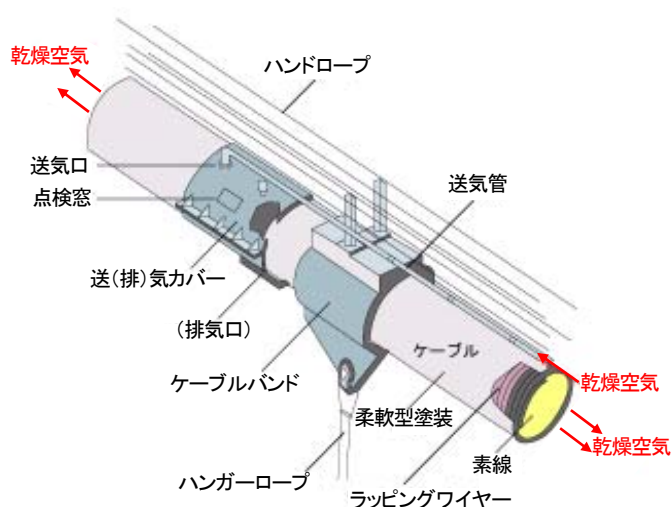


図-1 ケーブル送気乾燥システム

2. ケーブル内送気状況の管理手法

2.1 現況

平成11年5月の供用当初から来島海峡大橋では3橋を管理するうえでの代表区間として第三大橋の1/4区間（北側ケーブルの中央径間中央～10A）に温湿度自動計測設備を配置し、9P主塔内に設置している記録用レコーダからデータを定期的に収集していた。また、同橋の他区間や第一大橋、第二大橋については年1、2回の頻度で手動による温湿度計測を実施していた。しかし、送気設備、送気延長等の条件が3橋で異なること及び手動計測はケーブル上作業となることから天候の良い日中時の計測となり、1日のなか

で湿度が最も高くなる早朝5時～7時台に比べ、湿度が低くなる傾向にある。このため、リアルタイムに送気状況を的確に監視する目的で第一大橋、第二大橋の1/4区間に温湿度自動計測設備を配置するとともに、既設の第三大橋も含めて遠隔監視システムを導入した(図-2)。

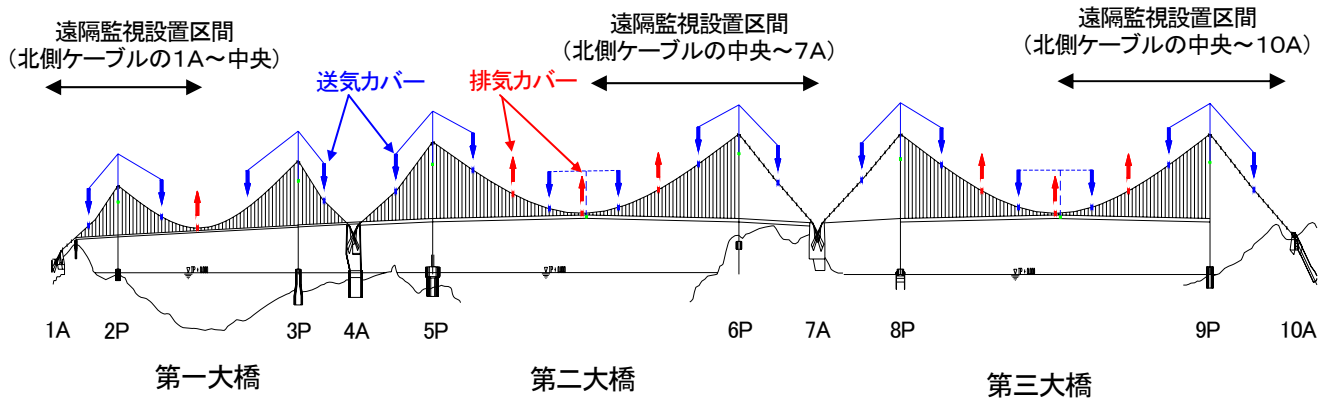


図-2 送気系統図

2. 2 遠隔監視システムの概要

遠隔監視システムは塔頂内の web サーバに温湿度データを蓄積し、通信メールにより、塔頂から設定時間ごとに温湿度データを事務所のパソコンに送信する方法である(図-3)。このシステムでは設定時間以外にも温度・湿度が設定値を超過した場合に警報メールが送信される。これによって、速やかに湿度上昇等の原因究明や送気設備のトラブルの対応が可能である。

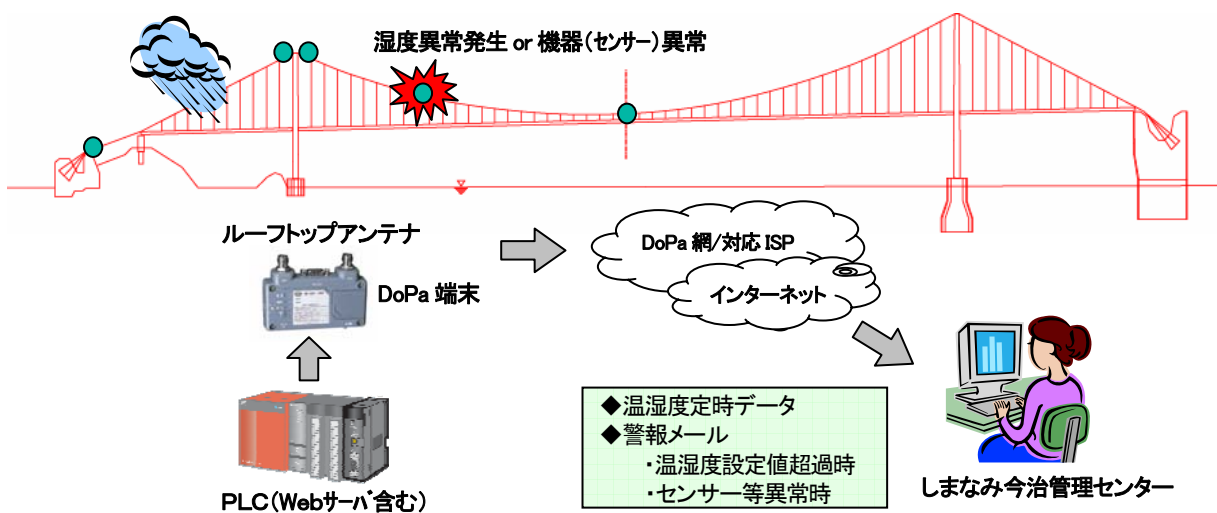


図-3 遠隔監視システム概念図

2. 3 システム設置効果

自動計測・遠隔監視システムの導入により連続測定した温湿度データを分析した結果、第一大橋及び第二大橋において、湿度が夏季において管理目標値40%を超える傾向を示すことが確認された(図-4)。原因として、送気設備は主塔中間水平材内に設置されてお

り、そこで空気を取り込んでいる（写真-2）。このため、夏季には水平材内が外気に比べ高温となり、送気設備の乾燥機能を著しく低下させていることが判った。このことから、取り込み空気の改善を図るべく、既設排気ダクトを利用した外気を取り込み試験を行っており、現在、その対策効果を検証中である。なお、第三大橋では従前から空気取り込み口にプレクーリングを目的に除湿機を設置していることから管理目標値内で概ね管理されている。

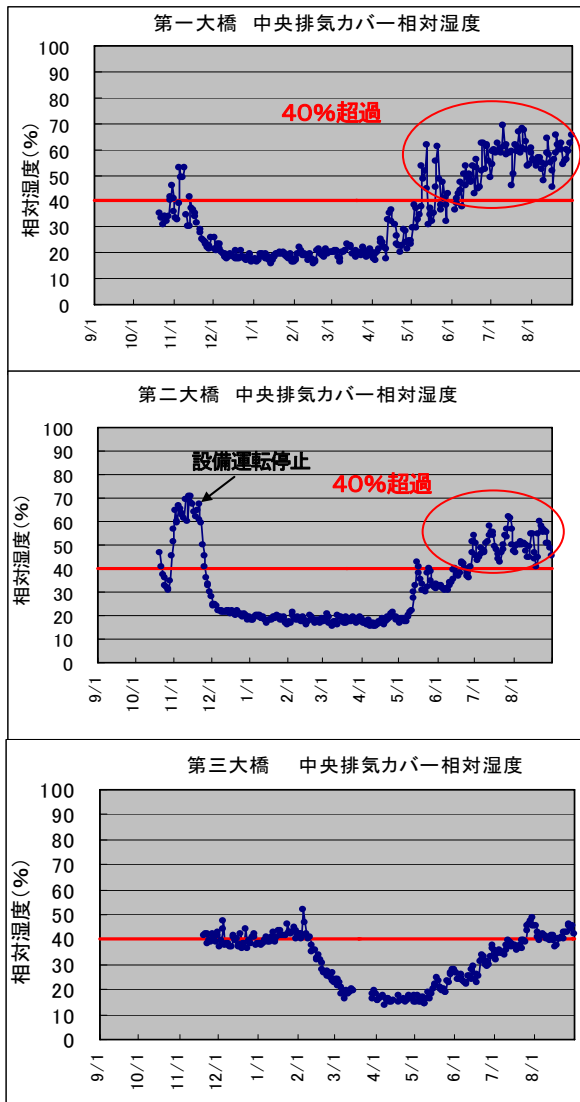


図-4 湿度の推移

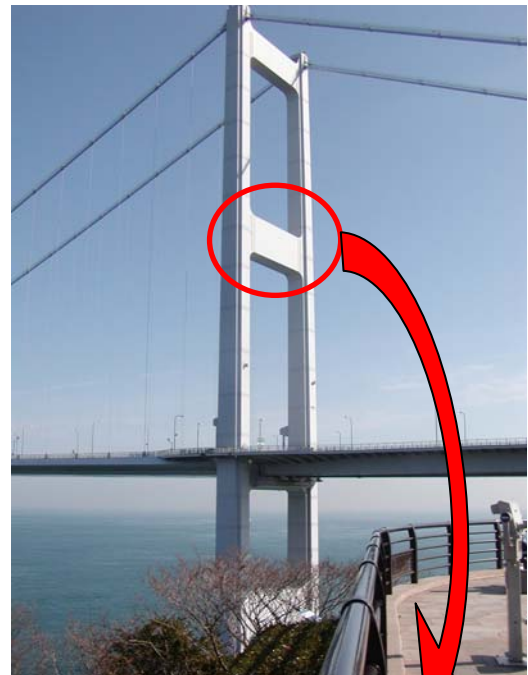


写真-2 送気設備設置状況

3. 素線状況の検証

3.1 現況

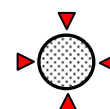
来島海峡大橋のケーブル送気・排気カバーには素線の状況が目視で確認できるよう点検窓が1カバー当たり4ヶ所設置されている。ケーブル定着部・サドル部以外の一般部では唯一、素線状況を目視できる箇所であり、ケーブルの点検時には点検窓から素線状況を確認している。

3. 2 素線状況調査

ケーブル内湿度管理及び点検窓からの目視点検による確認手法の妥当性を検証するため、ケーブルの素線状況調査を実施した。調査箇所は来島3橋の中でもプレ除湿によって夏季においても環境条件の良い第三大橋（ケーブル径 636mm）と夏季では管理目標値を超過している第一大橋（ケーブル径 431mm）の送気系統の端末となる中央径間中央の排気カバーで実施した。調査項目を表-1に示す。

表-1 素線状況調査項目

調査箇所	調査項目
来島海峡第一大橋 (上り線側) 中央排気カバー	目視観察、記録写真 ① 外層素線：全周
来島海峡第三大橋 (上り線側) 中央排気カバー	② 内層素線：4方向



3. 3 調査結果

第一大橋、第三大橋ともに水分は確認されず、外層素線で若干白錆が発生しているものの外層・内層素線は健全であった(写真-3、写真-4)。また、発錆状況については両橋の有意差は認められなかった。これは本橋では、因島大橋での素線腐食の一因となっていたペーストの保水体化を改善するため、保水作用がないノンペースト方式を採用していたことで、短期的に相対湿度が管理目標値を超過していてもその影響が出なかったものと推測される。しかし、長期健全性を確保するためには現行の相対湿度40%管理を継続することが必要と考えられる。また、外層素線の方が錆びやすい状況であったことから、点検窓から外層素線を目視点検することにより、素線状況を的確に把握できるものと考えられる。



写真-3 素線調査状況



写真-4 内層素線の状況

4. おわりに

本検討でケーブル健全性確認手法の妥当性を確認したことで、送気乾燥システムの信頼性を大きく高めることができたものと考えている。今後も当社の経営理念の一つである「200年以上の長期にわたり利用される橋をめざす」を遂行すべく、万全な維持管理に努めてまいりたい。