

## 鋼箱桁内における結露状態と腐食環境調査

名古屋工業大学 正会員 ○永田 和寿 アイシーエンジニアリング 田中 忍  
 名古屋工業大学 牧 耕司 名古屋工業大学 フェロー 小畑 誠  
 名古屋工業大学 フェロー 後藤 芳顕

## 1. はじめに

合理的な鋼橋の維持管理を行うには、鋼橋の置かれている腐食環境を十分に把握する必要がある。そこで、本研究では鋼箱桁内で発生する結露状態の定量的な把握を目的とし、鋼箱桁内における腐食環境調査を実施した。

## 2. 調査対象

調査対象は図1に示すような万場大橋の上を通る名古屋高速道路5号万場線の庄内川を渡る3径間連続鋼箱桁橋であり、名古屋港から約10kmの距離にある。橋桁は3主箱桁からなり、南側の箱桁内部において調査を行った。調査区域(図2)は橋脚側の端部から数えて第1~4室の4室とした。第2室のマンホールを開放した状態で調査を行った。ただし、2006年10月30日から12月15日までの46日間はマンホールを閉じて調査を行った。また第4室にはボルト接合部に1~2mm

程度の隙間があり、第1室と第4室には排水穴があり、そこから外気が流入している。

## 3. 調査方法

ACMセンサ、温湿度センサ、熱伝対を用いて、それぞれ腐食電流、温湿度、桁の温度を10分間隔で計測した。ACMセンサを桁外、各室の上フランジ中央、下フランジ中央、南側ウェブ中央、南北ウェブ下部等25箇所を設置し、温湿度センサは桁外、第2室上部、下部と第4室上部等6箇所を設置した。熱伝対は3断面42箇所を設置した。代表的な設置箇所として図2中の断面①、②での設置位置とセンサの写真を図3に示す。

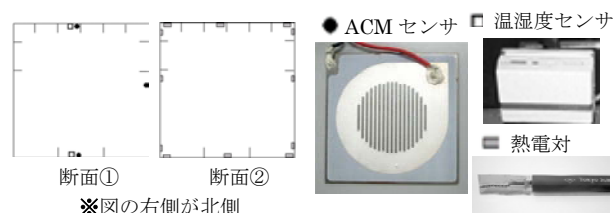


図3 センサ設置位置とセンサ

## 4. 調査結果

## (1) 温湿度測定結果

桁内の気温は桁外に比べて高めであり、桁内上部の気温は下部に比べてやや高めであった。桁内上部の相対湿度は下部より低めであったが、絶対湿度にほとんど差がなく、桁内上部と下部の相対湿度の差は気温差によるものと考えられる。

マンホール開放時には第2室の降雨後の湿度は桁外に追従して変化しており、マンホール閉鎖時には1時間程度のタイムラグはあるが、追従して変化していた。ただし、2006年11月7日(図4)のように、希に降雨後の桁内の湿度低下が桁外に比べて著しく遅れることがあった。また、マンホールから遠い第4室では、湿度の変化が第2室より遅れており、湿度がひとたび高くなると下がりにくい傾向があった。



図1 調査対象

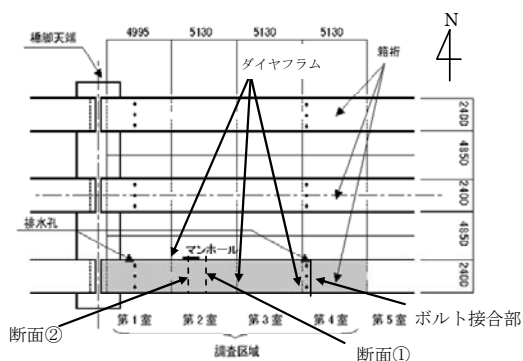


図2 調査区域

キーワード 鋼箱桁, 結露, 腐食環境, ACM センサ

連絡先 〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町 TEL 052-735-5482

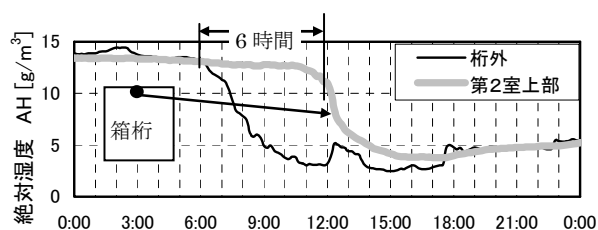


図4 絶対湿度の時刻歴変化 (2006年11月7日)

## (2) 腐食電流測定結果

桁内の腐食電流量は桁外に比べて小さかった。桁内の上フランジ中央の腐食電流量は桁内の他のセンサ設置箇所に比べ比較的大きいが、夜間から早朝には図5のように桁内下部のセンサの反応が大きくなるがあった。降雨時には桁内で  $0.01 \mu A$  を越えることがあり、結露状態であったと判断できるが、降雨時以外で  $0.01 \mu A$  を越えることはほとんどなく、乾燥状態だと判断できる。降雨時以外には桁内の腐食環境は良好であった。

月別の腐食速度は、桁外で最大  $0.045[\text{mm/year}]$ 、桁内で最も大きい第2室で最大  $0.037[\text{mm/year}]$ 、桁内で最も小さい第1室で最大  $0.011[\text{mm/year}]$  であった。ただし、2006年3月には第1室が全測定箇所での最大の  $0.037[\text{mm/year}]$  となっていた。気象台のデータによると3月16日の降雨後に霧が発生しており、マンホールから霧が桁内に流入し、桁内全体で湿度の高い状態になったと考えられる。特に、空気の出入りの少ない第1室では湿度の低下が遅れるため、腐食電流量が大きい状態が長時間継続していたと推測される。このような場合を除いては桁内の腐食速度は桁外に比べると非常に緩やかであった。

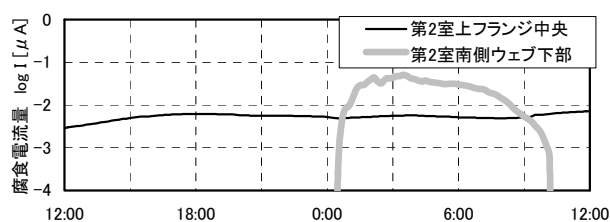


図5 腐食電流量 (2006年12月12日～13日)

## (3) 桁温度測定結果

3断面(第2室2断面, 第3室1断面)を測定したが、断面による温度差はほとんどなかった。晴れた日と雨の日の早朝と日中の図2中の断面②での桁の温度の時刻歴変化をそれぞれ図6, 図7に示す。南側ウェブは日射があたるため、温度が非常に高くなることが

わかる。雨や曇りの日の日中は晴れの日ほどは温度の差はないが、南側ウェブの温度がやや高めであった。温度天候に関わらず、夜間から早朝は桁の下部より上部の温度が高かった。上フランジは熱容量の大きい床板に接しているため、温度が下がり難いと思われる。下フランジや南側ウェブ下部は温度が下がりやすく、特に晴れた日の夜間の温度低下が大きかった。

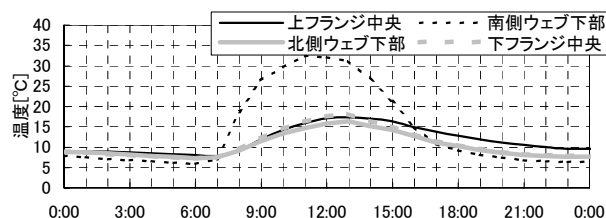


図6 晴れの日温度分布 (2006年12月10日)

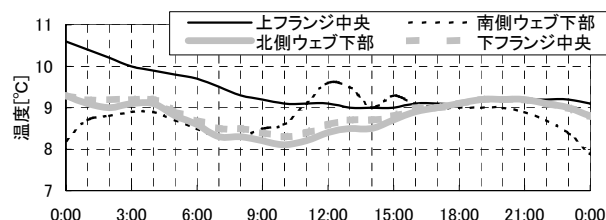


図7 雨の日の温度分布 (2006年12月9日)

## 5. 調査結果の考察とまとめ

上フランジの腐食の進行は桁内の他の部位に比べ速い傾向があるが、夜間には下フランジやウェブの腐食の進行も上フランジと同程度になる。特に、日中に降雨があり、その後、夜間晴れた日などに下部の腐食速度が大きくなる。顕著な例として図5があげられる。この時の南側ウェブ下部の温度と桁内下部の空気の露天温度を図8に示す。夜間から早朝の時間帯に桁の下部の温度が露点温度を下回っており、結露が発生していたと考えられる。またACMセンサの反応も  $0.01 \mu A$  を越えており、結露状態であったと判断できる。このように桁の下部では、夜間の温度低下により、結露が発生し、日中より腐食が進行しやすい環境になることがわかった。

本調査を実施するにあたり、名古屋高速道路公社にご協力をいただいた。ここに記して謝意を表す。

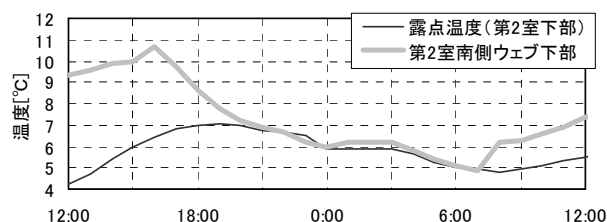


図8 桁温度と露点温度 (2006年12月13日)