

高腐食性環境下の無塗装耐候性鋼トラス橋における腐食損傷の要因推定 (その3) —構造部位のマイクロ腐食環境調査—

西日本高速道路エンジニアリング九州(株) 正会員 ○藁科 彰 正会員 藤岡 靖 高木真一郎
九州大学 正会員 貝沼 重信 学生会員 道野 正嗣
西日本高速道路(株) 岡本 哲

1. はじめに 鹿児島県内の高速道路の無塗装耐候性鋼トラス橋における腐食損傷の要因を推定するため、現地において、①定点カメラ(デジカメ)による降雨時および結露時における雨水付着状況や滞水状況等を調査する湿潤調査と②結露と霧の発生状況調査、③部材温度・温湿度調査を行い、腐食環境の確認を行った。本稿は、その調査報告を行う。

橋梁概要については、橋長365mの鋼4径間連続[箱桁+トラス]橋であり、構造や損傷については別報(同件名その1)¹⁾を参照されたい。

2. 湿潤調査内容と結果 降雨時や結露時の雨水付着状況や滞水状況等を調査するため、検査路や橋脚上にインターバル機能付デジタルカメラを設置し、15分間隔の画像による調査と降雨時における雨水の浸潤状況を橋脚上から観察し、無塗装耐候性鋼への影響を調査した。

以下に調査結果と写真1と写真2に雨水等の浸潤・乾燥状況を示す。

- ・スラブドレーンからの滴下水が下弦材や斜材等の部材下方に当たり、錆の誘因となっている。
- ・乾燥順序は、鉛直面の部材、斜材対空面や雨がかりが少ない箇所を水平面、最後に下弦材対空面となった。
- ・雨水や滴り水は、雨がかりが無い箇所にも滴下するほか、部材上方にも染み込んでいく。
- ・降雨終了後においても、表面の錆に水が染みわたり、水染み範囲が大きくなる。
- ・添接部や格点部の湿潤時間は、一般部に比べ1時間程度長い。スラブドレーンの影響を受ける格点は、更に長いと考えられる。
- ・北側のスラブドレーンの滴下継続時間は、南側の約5倍の時間を観測した。
- ・下弦材対地面が濡れる条件は降水量の多寡と直接相関しておらず、降雨強度や風が関係していると思われる。
- ・結露は、格点や添接板等より離れた箇所から結露し、格点部の内部はほとんど結露しない。
- ・結露時に下弦材対地面は湿潤状況にならず、滴り水の対地面への影響は無いが極わずかと判断されるが、カメラの観測では僅かに変色しているため、結露の影響があるものと推定される。
- ・対象橋梁は横断勾配が北側に下がっているため、南側の雨水が下支材等を通じて北側に渡り、北側下弦材対地面を濡らしている場合もある。
- ・ほぼ同時に南北の下弦材が濡れたケースでは、南側が約30分早く乾燥している。
- ・日照時間は、北側部材に比べて南側部材の方が長く、春分・秋分の日の理論計算で4時間程度長い。
- ・対象橋梁における無塗装耐候性鋼の部材表面は、雨水等が長く付着・滞水する状態であり、特に北側の部材表面は横断勾配(2%)や日照時間の関係により、湿潤状態が長く続く構造となっている。また格点は、上部部材が集水の役目をする形状のほか、南側から雨が降りこみ、北側は濡れないケースにおいても南側からの伝い水により北側の下弦材対地面が濡れる等、腐食環境が厳しくなっている。写真2に下弦材対空面の雨水が対地面に染みていく状況を示す。



写真1 スラブドレーンからの排水状況



写真2 下弦材対空面の雨水が対地面に染みていく状況

キーワード 無塗装耐候性鋼, トラス橋, 要因推定, 腐食環境, 湿潤状況

連絡先 〒810-0073 福岡県福岡市中央区舞鶴1-2-22 天神ジャパンビル 西日本高速道路エンジニアリング九州(株) TEL092-771-1434

3. 結露・霧観測方法と結果 検査路や橋脚上に設置したインターバル機能付デジタルカメラを用いて、結露と霧の発生日数を観測した。撮影期間は平成25年度の延べ127日間である。表1に観測結果を示す。なお、結露は部材表面の濡れ色で判断し、霧の発生は画像で判断しているため、視程等の基準は設けていない。

- ・アメダスによる年間降雨日数の約130日を考慮すると、対象橋梁の部材は、年間を通して77%ほどの日数で見かけ上湿潤状態になると推測される。

表1 観測結果

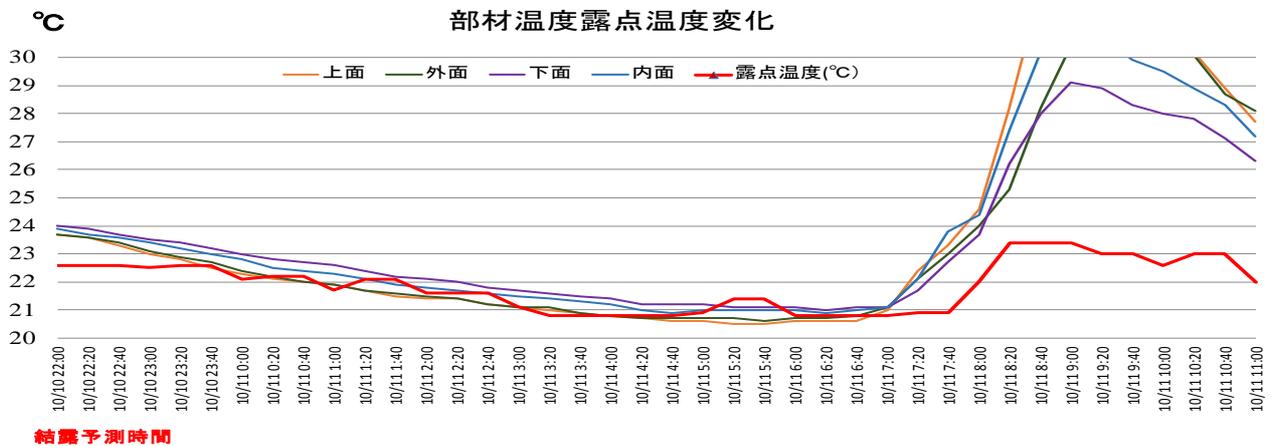
調査対象日数	365日	2012/12~2013/12
降雨日数	130日	東市来 アメダス
撮影	撮影日数	127日 断続18回
	結露日数	61日 撮影日の48%
結果	霧日数	53日 撮影日の42%
	結露+霧日数	41日



写真3 下弦材対空面の結露

4. 部材温度等からの結露の推定方法と結果 熱電対による南北の下弦材周囲の部材温度測定と、USB温湿度計から計算される露点温度の比較から、その日の最低露点温度 \geq 部材温度を結露発生条件と仮定し、結露予測した。なお、予測結果と撮影結果との整合は、露点温度を調整することで行った。結露発生日の温度変化を図1に示す。

- ・部材温度と露点温度からの予測結果は、観測結果である61日の約1/2しかなかった。原因は測定機器の精度、気象条件、監視精度と想定された。
- ・温度計、湿度計、熱電対などの測定精度から、露点温度を約0.6℃上げると観測と合致した出現率となった。
- ・下弦材における結露の発生し易さは、部材温度から推定すると対空面 \geq 外側面 $>$ 内側面 $>$ 対地面である。
- ・下方にある部材の結露は熱の放射の結果と思われ、構造物中央の竣工部分は結露の発生が主桁より少ない。
- ・隣接する箱桁の下フランジ部材温度よりトラス下弦材の部材温度が低く、トラス桁特有の温度低下がある。



結露予測時間

カメラによる結露確認時間 23:16~8:31

図1 観測結果と予測結果

5. まとめ これまでの調査結果から、対象橋梁における無塗装耐候性鋼の部材表面は、雨水等が長く付着・滞水する状態である。また、対象橋梁の部材は、結露や雨・霧等により年間を通して湿潤状態が続くと推測される。

これより、防食仕様として無塗装耐候性鋼を使用している対象橋梁の腐食の要因は、年間を通じた湿潤状態環境が1つの要因と考えられる。また、無塗装耐候性鋼の錆により結露や霧および雨水の染みわたりがあり、雨がかりがない箇所にも水を供給すること、層状錆内部の水の保持があり、非常に多い付着塩分が洗い流されずに集水部(下弦材対地面や格点部等)に留まり錆内部の海塩が多くなることも、腐食進行の要因と推測される。

参考文献 1)藤岡靖, 窪修, 井手逸夫, 藁科彰, 高木真一郎: 高腐食性環境下の無塗装耐候性鋼トラス橋における腐食損傷の要因推定(その1) -腐食損傷の調査結果-, 第69回年次学術講演会講演概要集, 2014.