

プロジェクト・研究成果の概要(1/2)

プロジェクト:「海岸近接部において耐候性鋼材(無塗装仕様)を使用する橋梁の環境計測技術に関する研究」

プロジェクトリーダー

- ・氏名(ふりがな):橋本 国太郎(はしもと くにたろう)
- ・所属、役職:神戸大学大学院工学研究科市民工学専攻、准教授

研究期間:平成28年9月～平成29年3月

プロジェクト参加メンバー(所属団体名のみ)

京都大学、(株)横河ブリッジホールディングス、(株)セイコーウェーブ

プロジェクトの背景・目的(研究開始当初の背景、目標等)

近年、日本では耐候性鋼材を使用した鋼橋が多く建設されており、その維持管理に関する問題も多くなってきている。橋梁建設前の飛来塩分などの腐食環境調査により、飛来塩分が少ない地域では無塗装で耐候性鋼材を使用することができる。しかしながら、凍結防止剤の散布や橋梁構造物に起因する局所的な腐食環境の変化などにより、保護性さびが生成されず腐食損傷する場合がある。また、このような耐候性鋼橋を目視点検する場合、調査する人の技量の違いにより、調査結果にばらつきが生じることや定期点検間に腐食環境が変化し腐食が進行した場合、それを把握するすべがないことが懸念されている。さらに、塩分環境を調査する際に用いられるドライガーゼ法による飛来塩分調査では、ガーゼに付着した塩分すべてが、桁に付着しているとは考えにくく、間接的な塩分量測定であり腐食量との関係性を定量的に導き出すことが難しい場合もある。

そこで、本研究では、(1)ドライガーゼ法より精度が高く簡易な腐食環境調査により耐候性鋼橋の腐食環境を評価する手法、(2)定期点検時の目視点検の精度を補完する手法や詳細調査時の腐食状態をより簡易に評価する手法、(3)点検間の状態を把握するために簡易な腐食モニタリング手法を開発することを目的に研究を進める。

プロジェクトの研究内容(研究の方法・項目等)

上述した目的を達成するために実施する具体的な研究内容として、(1)では、ドライガーゼ法に代わり、付着塩分量計測と濡れ時間計測を行うことでより精度の高い腐食環境評価を行う手法を開発する(以下、腐食環境評価法の開発)。(2)では、目視点検に代わって、ポータブル 3D スキャナとさび厚測定を用い、判定結果のばらつきをなくし高精度かつ簡易に腐食状態を評価する手法を開発する(以下、腐食状態評価法の開発)。最後に(3)では、犠牲腐食材を設置し、それが腐食破断することで、アラームが作動する装置を開発し、簡易に腐食状態をモニタリングする手法を開発する(以下、腐食モニタリング手法の開発)。平成 28 年度に実施した研究内容および平成 29 年度以降実施する内容を項目ごとに分けて以下に示す。

(1)腐食環境評価法の開発

平成 28 年度は、腐食促進試験を実施し、試験槽内に鋼材、濡れセンサおよび温湿度ロガーを設置し、腐食量と濡れ時間との関係や温湿度から濡れ時間を予測する手法を検討した。また、試験後には鋼材に付着した塩分量の計測も実施し、腐食量と付着塩分量との関係も明らかにした。それらの結果を用い、平成 29 年度以降は実際の橋梁で、腐食量、温湿度および付着塩分の計測を実施し、実際の橋梁での腐食環境評価方法を検討する。そのために、平成 28 年度に近畿地整管区内の鋼橋 9 橋に対して、図-1 に示すように、ワッペン試験法に基づいた耐候性鋼材の暴露試験片および温湿度ロガーを実橋梁に設置した。

(2)腐食状態評価法の開発

平成 28 年度は、上述のワッペン試験を実施している橋梁、およびそれ以外の比較的さびの状態が良くない橋梁を近畿圏内で選定し、それらの橋梁に対して、上述した 3D スキャナおよび膜厚計を用いたさび厚測定を実施した。測定箇所としては橋梁桁端部付近の腹板、下フランジ上下面である。また、平成 29 年度以降は設置したワッペン試験片も用いて腐食状態評価を行う。



図-1 ワッペン試験片設置状況

(3)腐食モニタリング手法の開発

平成 28 年度は、関連する研究の文献調査や特許技術の調査を行い、犠牲腐食材の選定、および犠牲腐食材が破断したときにそれを検知できる計測器の調査や選定を実施し、簡易腐食モニタリング装置の提案を行った。平成 29 年度以降は、具体的な装置の開発を実施し、その性能確認試験などを行う。

プロジェクトの研究成果の概要

(1)腐食環境評価法の開発

腐食促進試験の結果として、表-1 に濡れセンサで計測した濡れ時間と温湿度計から算定した濡れ時間(温度 0℃以上湿度 80%以上の時間の合計値)のまとめを示す。また、図-2 に試験から得られた腐食減耗量と付着塩分量との関係を示す。表-1 より、濡れセンサの種類によって測定値が違い、また温湿度計から算定した濡れ時間算定値と濡れセンサとの計測結果にも差があることがわかる。濡れセンサはそれぞれで濡れ時間を測定する仕組みが違うことや濡れの閾値の設定方法が違うためこのような結果となったと考えられる。次に図-2 より、腐食減耗量と付着塩分量には関連性が無い結果となった。これは促進試験中の湿潤状態の時に塩分の洗い流しがあったためと考えられる。今後は濡れ時間算定結果の見直しや追加の促進試験を行う予定である。また現在実橋梁で行っているワッペン試験の結果との関連も検討する。

表-1 濡れ時間算定結果

	TOW _{ISO-G} 試験機内 温湿度計	TOW _A 濡れセンサA	TOW _B 濡れセンサB	TOW _{ISO-L} 温湿度計
Case 1(100サイクル中湿潤時間200時間)	179	148.5	227	-
Case 2(200サイクル中湿潤時間200時間)	180	136.8	214	189

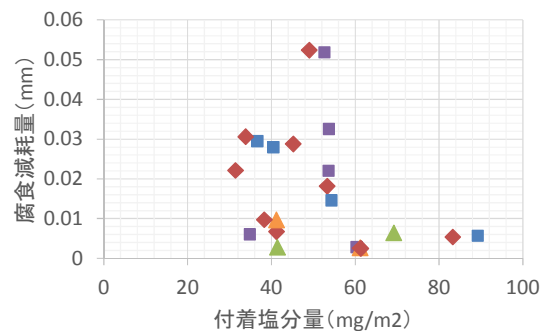


図-2 腐食減耗量と付着塩分量との関係

(2)腐食状態評価法の開発

3D スキャナによる画像解析結果として鋼材表面の凹凸データの標準偏差値と平均さび厚との関係を図-3 に示す。図-3 より、さび厚測定値と 3D スキャン計測値との間に相関関係が見られ、さび外観評点が低い(悪腐食環境)と判断した箇所では、さび厚測定値および 3D スキャン計測値の標準偏差がともに大きくなる傾向を示していることがわかる。

さびの状態が良好かつ今後の処置が不要と判断される外観評点 3~5 は、概ね平均さび厚 700 μm 以下、3D スキャン標準偏差 400 μm 以下の範囲内(図-3 中破線)にあることがわかった。また、さび外観評点が低いほど、3D スキャンコンター図は局所的な分布を示した。また、3D スキャンヒストグラムのばらつきは大きくなり、この傾向はさび厚ヒストグラムが示すものと類似する結果となった。

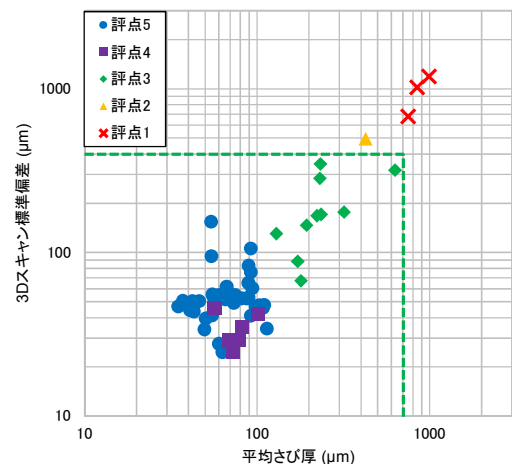


図-3 凹凸の標準偏差値と平均さび厚との関係

(3)腐食モニタリング手法の開発

本年度検討した安価で簡易な腐食モニタリング装置のイメージを図-4 に示す。図に示すように、本モニタリング装置は、犠牲腐食部、変位計測部およびデータロガー部で構成されている。腐食環境が厳しいとき、犠牲腐食部が腐食減肉し、最終的に破断し、変位計が大きく変位することで、データロガー一部でこの変位を検出し、警告を発するという装置である。なお、これまでの多くの耐候性鋼橋の腐食環境を調査した過去の結果に基づき、この装置で使用する犠牲腐食材としては、直径 1.8mm の耐候性鋼材の溶接用ワイヤーを使用する。この径を使用することで例えば定期点検の間の 5 年間に片面 0.9mm 以上腐食する非常に厳しい環境での腐食をモニタリングできると考えられる。

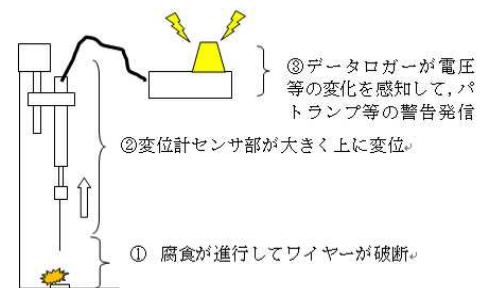


図-4 簡易モニタリング方法のイメージ図