

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29年7月～平成30年3月(全体期間:平成28年度～平成30年度)

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の構造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29年度に実施した研究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29年度は、28年度実施した腐食促進試験で精緻に濡れ時間を評価できなかったため、使用する濡れセンサや試験方法(恒温恒湿試験機による温湿度変化を与える)を変更して濡れ時間の評価方法について詳しく検討した。図-1 に示すように試験槽内に新たな濡れセンサおよび温湿度ロガーを設置し、温度や湿度、風の影響をパラメータとし、濡れ時間を計測した。また、28年度に実施したワッペン試験片を使用した暴露試験結果を用い、実際の橋梁での温湿度ロガーによる濡れ時間や付着塩分量と腐食量との関係性を検討した。

(2)腐食状態評価法の開発

平成29年度は、腐食した耐候性鋼材の表面凹凸データを増やすため、あまり状態の良くない耐候性鋼橋の表面データ収集を中心に、上述した 3D スキャナを用いた表面凹凸測定および膜厚計を用いたさび厚測定を実施した。その結果と28年度のデータを用い、3D スキャナで腐食状態を判定(評点3と評点2との間)できる閾値を検討した。

(3)腐食モニタリング手法の開発

平成29年度は、犠牲腐食材に使用する耐候性鋼材ワイヤによる腐食促進試験を開始した。さらに、新たな犠牲腐食センサと警告灯付きロガーによる計測も同時に行い、その比較検討を行う。



図-1 恒温恒湿試験機でのセンサ設置状況

プロジェクトの研究成果の概要(図表・写真等を活用しわかりやすく記述)

(1)腐食環境評価法の開発

今年度の室内試験の結果として、図-2 に試験で得られた各種センサによる濡れ時間と USB ロガーで湿度 70%以上となったときを濡れ時間として算定した時間との関係を示す。70%以外にも80%や65%で計算を試みたが、1:1の関係が見られたのは、70%で算定したときであった。この図より、どのセンサにおいても傾きがほぼ1.0となっており、相関係数が大きい値となっていることから、相対湿度 70%以上となった時間を濡れ時間と算定することでより精度の高い濡れ時間の予測が可能と考えられる。ただし、腐食との関係性は本試験では検討していないため、今後、実際の腐食量との関係を検討する。

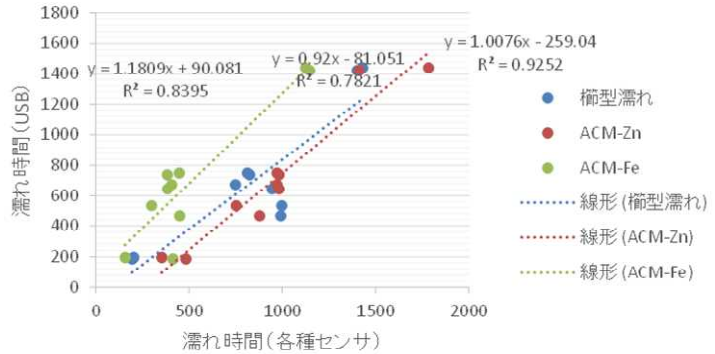


図-2 濡れ時間の比較

次に暴露試験の結果より、濡れ時間×付着塩分量と腐食量との関係を示したものを図-3 に示す。桁外側のデータは、相関がないが桁内側のデータは相関が見受けられる。これは降雨による塩分の洗い流しの影響が出たものと考えられ、腐食状態をより精度良く評価するには洗い流しの無い桁内側で評価する必要があることがわかった。

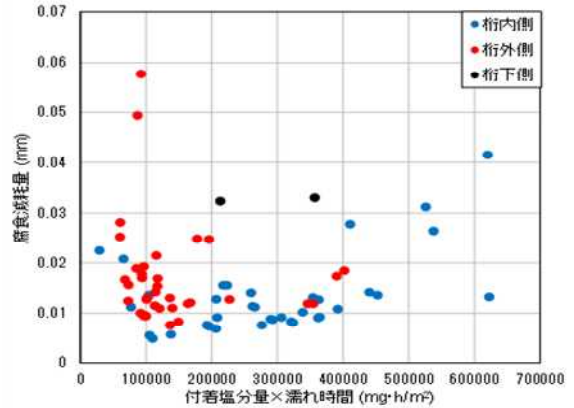


図-3 腐食減耗量と付着塩分量×濡れ時間関係

(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-4 に示す。図-4 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、さび外観評点が高い(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。

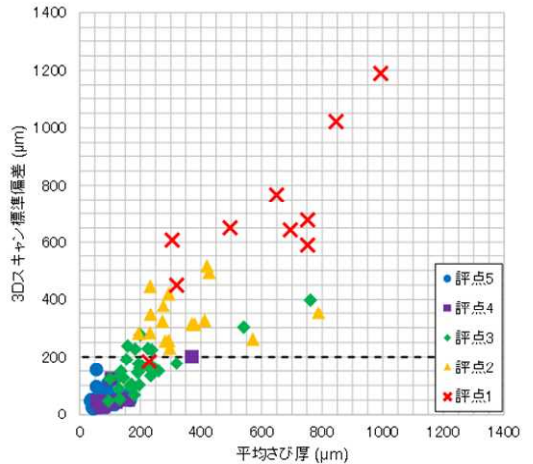


図-4 凹凸の標準偏差値と平均さび厚との関係

昨年度に比べ、評点 2~3 のデータが多く収集することができたことから、それらを含めて評価することができた。この結果より、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 3D スキャン標準偏差 200 μm 以下の範囲内(図-4 中破線)にあることがわかった。今後も引き続き多くのデータを収集することや、この装置での現場での測定作業の効率化や適用範囲などの検討を行っていく。

(3)腐食モニタリング手法の開発

昨年度提案したモニタリング装置の犠牲腐食材として、耐候性鋼材のワイヤを選定し、その腐食促進試験を開始した。図-5 には、その設置状況を示している。腐食促進試験は ISO 基準の S6 サイクルによって実施し、100 サイクル、500 サイクル、1000 サイクル程度で試験体を取り出し、腐食量を分析する。また、別途、新たな金属抵抗素子を用いた鋼製腐食センサおよび警告灯付きロガーも設置し、抵抗値の変化を常時モニタリングし、そのデータを取得する。

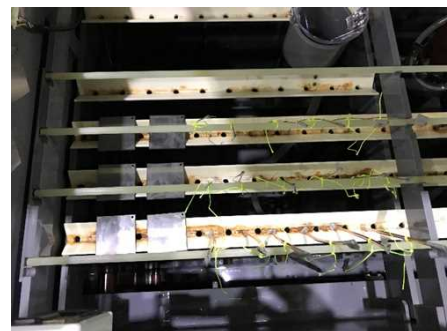


図-5 犠牲腐食材の設置状況