

汽水域における河川鋼製水門の各構造部位の腐食性評価

九州大学大学院
九州大学大学院

学生会員 ○八木 孝介
学生会員 平尾みなみ

九州大学大学院 フェロー会員 貝沼 重信
日本工営㈱ 非会員 加藤 禎洋
九州地方整備局 非会員 石田 直己

1. はじめに 橋梁などの鋼構造物では、部位レベルで腐食性が著しく異なることが少なくない。そのため、腐食性を定量的に把握することは、効率的な維持管理を実施する上で重要であると言える。河川鋼製水門においても部位レベルで腐食性が異なることは知られているが、各構造部位の腐食性は明らかにされていない。そこで、本研究では汽水域における河川鋼製水門を対象として、各部位の腐食性を定量評価することを目的とした。そのために、小片裸普通鋼板（以下、MSP）を対象部位に貼付することで暴露試験を行った。また、扉体の水没や土砂の堆積が各部位の濡れ時間に及ぼす影響を検討するために、Fe/Ag 対 ACM 型腐食センサを用いた腐食環境モニタリングも実施した。本稿では MSP の暴露試験結果について述べる。

2. 大気暴露試験の方法 暴露試験には溶解アルミナサンド（モース硬度：12，JIS 粒度指数：57.8，比重：4.0）でブラスト処理（ISO 8501-1 Sa2.5， R_{zjis} ：約 70 μ m）した 60×60×3.2mm の SPCC 鋼板を MSP（JIS G 3141）に用いた。MSP は対象部位との温度差を極力低減するために、熱伝導ゲルシート（熱伝導率：1.8W/(m・K)）を介して貼付した¹⁾。対象とした構造物は、福岡県久留米市内の筑後川右岸 15km に位置する支川に建設された 2 段式プレートガーダ構造の鋼製水門（Lat.33°26'N，Long.130°42'E）である。対象構造物の外観および MSP の貼付位置をそれぞれ図 1 および図 2 に示す。MSP はスキンプレート、主桁フランジの内外面および端横桁の内外面に対しては 90°、主桁ウェブ面に対しては 0°となる対空面に貼付した。また、暴露期間は 2015/3/6 から 2016/1/27 の約 1 年間とし、MSP の貼付枚数は 60 枚とした。回収後の MSP の腐食生成物層の厚さは、電磁式膜厚計（測定範囲：0~10mm，分解能：1 μ m（0~999 μ m），0.01mm（1~10mm））を用いて、MSP の中央を 11 回測定し、その平均値を $t_{r,mean}$ とした。MSP の平均腐食深さ d_{mean} は、腐食生成物を pH1 の塩酸系溶液（塩酸 9.5%，アルキルトリメチルアンモニウム塩）を用いて除去し、試験体の重量減少量に基づき算出した。また、上段扉の下部および下段扉には川底の土砂が付着していたため、採取した土砂に含まれる塩化物濃度 c_{NaCl} （懸濁液，JGS 0211）を塩素イオン計（Cl⁻測定範囲：0~2000mg/L，分解能：0.1mg/L（0~99.9mg/L），1mg/L（100~2000mg/L））を用いて測定した。

3. 大気暴露試験の結果 貼付位置（扉体の左右および中央部）、扉体の稼動による水没および滞水が MSP の腐食挙動に及ぼす影響を検討するため、貼付した 60 枚の内 24 枚の MSP を分析の対象とした。MSP の腐食生成物層の厚さ $t_{r,mean}$ を図 3 に示す。各扉体の主桁ウェブの $t_{r,mean}$ は、他の部位に比して著しく大きくなっている。また、全ての部位において貼付位置（扉体の左右および中央部）と $t_{r,mean}$ の相関性は無い。MSP の平均腐食深さ d_{mean} を図 4 に示す。 d_{mean} についても $t_{r,mean}$ と同様の傾向を示している。これは主桁ウェブの対空面に長時間滞水したことが原因である²⁾。また、上段扉下部および下段扉は、支川の干満時や扉体の稼動時に水没するため、土砂堆積しやすい。したがって、上段扉下部および下段扉の主桁ウェブは、降雨に加えて塩化物を含む汽水や土砂堆積が腐食の促進要因になったと考えられる。また、扉体下部の各部位における d_{mean} が扉体上部に比して大きい傾向にある。これは扉体の下部に位置するほど水没による濡れ時間と土砂の付着・堆積頻度やその量が増加するためと考えられる。そのため、最も下部に位置する下段扉下端の d_{mean} は、他の主桁ウェブを除いて大きくなる傾向にある。下段扉下部の主桁ウェブの d_{mean} は、下段扉下部における他の部位の 16 倍程度になっている。下段扉下部の主桁ウェブに堆積していた土砂の塩化物濃度 c_{NaCl} は、167mg/L であった。したがって、ウェブ対空面の汽水の滞水や土砂堆積に起因して、塩化物が付着・蓄積する長時間の濡れ環境に曝されることで腐食性が高くなったと考えられる。土砂の塩化物濃度と含水比が腐食性に及ぼす影響については、今後検討する必要がある。



(a) 本川側



(b) 支川側

図 1 対象構造物の外観

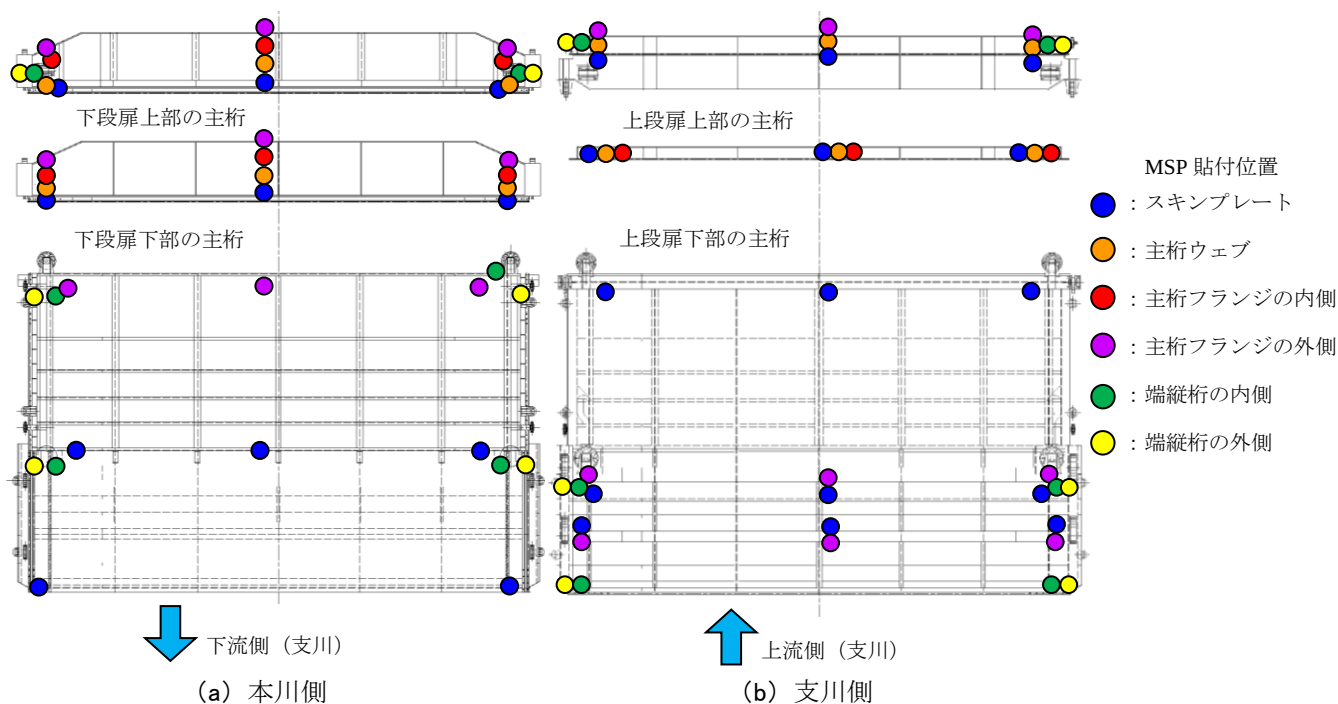
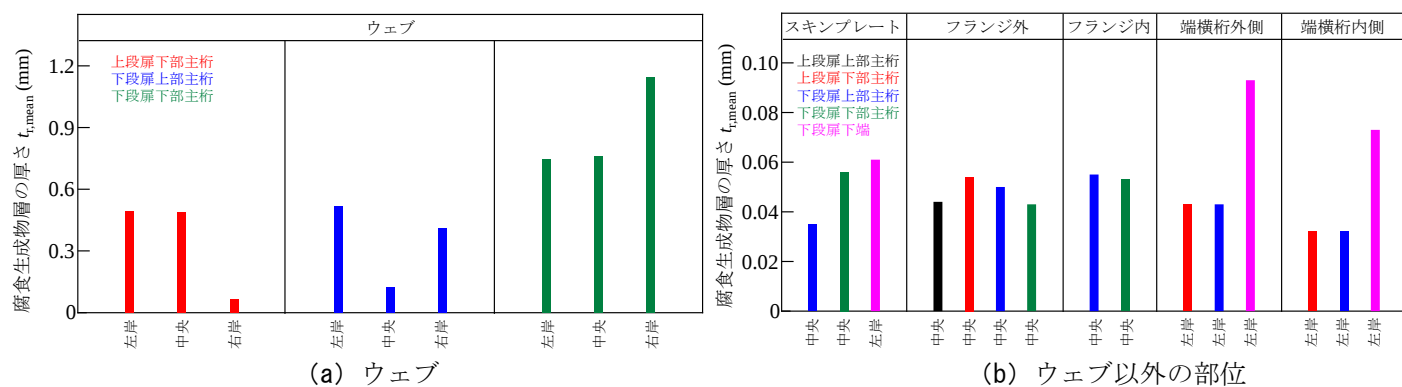
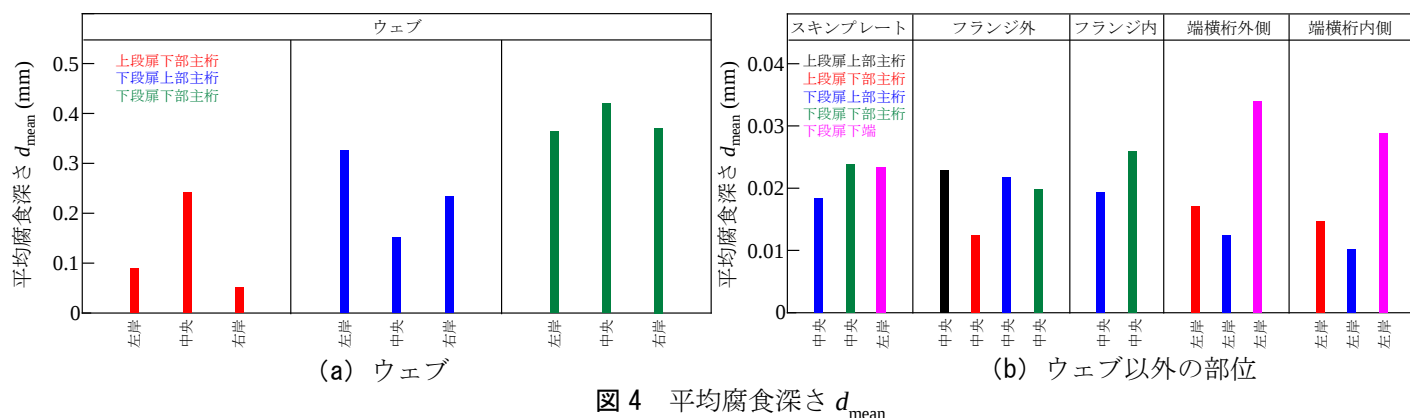


図2 MSPの貼付位置

図3 腐食生成物層の厚さ t_{rmean} 図4 平均腐食深さ d_{mean}

4. まとめ 1) 汽水域における河川鋼製水門では、降雨、河川の干満および水門の稼動による水没に起因して濡れ時間が増加する。特に、滞水と土砂堆積の影響が大きい主桁ウェブ部の腐食性は、他の部位に比して著しく高くなる。2) 最も著しい腐食損傷が生じていた下段扉下部の主桁ウェブの腐食性は、他の部位の約 16 倍であった。

参考文献 1) 貝沼重信: 鋼橋の腐食性・腐食環境評価のための小片裸鋼板と ACM 型腐食センサの適用とその事例, 防錆管理, Vol.60, No.11, pp.34-42, 2016. 2) 貝沼重信, 山本悠哉, 伊藤義浩, 林秀幸, 押川渡: 腐食生成物層の厚さを用いた無塗装普通鋼材の腐食深さとその経時性の評価方法, 材料と環境, Vol.61, No.12, pp.483-494, 2012.