耐候性鋼のさび安定化補助処理剤

桑原 幹雄^a，三浦 進一^b

^a 大日本塗料(株) (〒144-0052 東京都大田区蒲田 5-13-23)

^b JFE スチール(株) (〒712-8511 岡山県倉敷市水島川崎通り 1)

Rust Stabilizing Treatment Agent for Weathering Steel

Mikio KUWAHARA^a and Shinichi MIURA^b

^a DAI NIPPON TORYO CO., LTD. (5-13-23, Kamata, Ohta-ku, Tokyo 144-0052)

^b JFE Steel Corporation (1, Mizushimakawasakidori, Kurashiki-shi, Okayama 712-8511)

Keywords : Weathering Steel, Rust, Surface Treatment

1. はじめに

現在、鋼橋の分野では、ライフサイクルコスト(LCC)低減のため、無塗装で適用可能な耐候性鋼を使用する場合がある。近年の耐候性鋼の鋼重と全鋼橋に占める割合は20%前後で推移している¹⁾。しかし、耐候性鋼の無塗装仕様では、緻密な保護性の高いさび層が形成されるまでの初期段階において、図1に示すような流れさび(さびが懸濁した雨水の排水跡)が発生し、また、図2に示す色調ムラによって景観を損ねることがある。これらの対策としては、さび安定化補助処理剤の適用が有効である。本報では、さび安定化補助処理剤の一種である「イーラス」の機能を説明し、且つ適用された耐候性鋼橋梁の調査結果について紹介する。

図1 流れさびの状況

図2 色調ムラ

2. さび安定化補助処理剤「イーラス」について

イーラスの模式図を図3に示す。下塗層(標準膜厚 15 μm) / 上塗層(標準膜厚 20 μm)の2層構造であり、以下の①～③の機能を有する。

①保護性のあるさび層の生成補助

下塗層には耐候性鋼の保護性の高いさびの主成分と同質のさびである $\alpha\text{-FeOOH}$ 主体の微細鉄さびが含有されている。イーラスは下塗層に含まれる微細鉄さびと、耐候性鋼材の保護性の高いさびの同質さび効果²⁾により、保護性の高いさび

図3 適用したイーラスの模式図

の形成を補助する。また、 α -FeOOH 主体の微細鉄さびを含有することで β -FeOOH や γ -FeOOH などの活性さび種の生成を抑制し、優先的に α -FeOOH を生成することができる。

②流れさび・色むらの防止による美観性向上

早期に保護性の高いさびが形成されるので、耐候性鋼の腐食初期に生じる流れさびや色むらが生じにくく、景観を損なわず、美観性に優れた外観となる。

③塩分の透過抑制

下塗層・上塗層中には、保護性の高いさびの形成に悪影響を及ぼす塩化物イオン(Cl^-)の透過を抑制する成分を含んでいるため、保護性の高いさびを形成しやすい状態を作っている。

表1 調査項目

調査項目	調査目的
外観観察 (目視)	橋梁および暴露試験材の流れさびや層状剥離さびの有無の確認
結晶解析 (X線回折法)	処理剤下での保護性の高いさびの生成有無を確認
腐食電流密度測定 (アノード分極試験)	腐食電流密度からさびの腐食抑制性能を評価

図4 供用15年後の橋梁外観⁴⁾

図5 各部位の接写状況(1目盛:1mm)⁴⁾

3. 調査内容

表1に調査項目を示す。イースによる流れさび防止効果を確認するため、北海道釧路市に供用され15年が経過した鉾桁橋(2005年11月竣工)の外観調査を行った。離岸距離は約4.5kmである。

また、橋梁外側ウェブ面(以下、垂直暴露材と称す)および橋梁内側下フランジ上面(以下、水平暴露材と称す)に10年間に渡り取り付けていた暴露試験材を用いて、さびの分析と評価を行った。

4. 調査結果

4.1 橋梁および暴露試験材の外観観察結果

図4に供用15年後の橋梁外観、図5に橋梁の各部位の接写状況、図6に暴露10年後の試験材外観を示す。橋梁および暴露試験材は、流れさび、層状剥離さびがなく良好な外観を示していた。局所的に劣化しやすい桁端部においても、流れさびなどの変状は認められず、良好な状態を示している。また、図5の状態から、さびの生成が確認され、処理剤との置換が進んでいるものと考えられる。しかし、外観観察だけでは、保護性さびの形成の有無を判断できない。そこで、暴露試験材について、X線回折法、アノード分極試験を行い、緻密な保護性さび形成の有無を確認した。

4.2 X線回折法による結晶解析結果

図7に暴露試験材の結晶解析結果を示す。 β -FeOOH や γ -FeOOH などの活性さびを示すピークはみられず、不活性さびである α -FeOOH や Fe_3O_4 を示すピークが確認された。この結果から、暴露試験材には保護性の高いさびが形成されていると考えられる。

図6 暴露10年後の試験材外観³⁾

図7 暴露試験材の結晶解析結果³⁾

図8 アノード分極試験結果³⁾

4.3 アノード分極試験結果

図8に暴露10年後の試験材のアノード分極試験結果を示す。電位が600 mV (vs. SCE)の時の水平暴露材および垂直暴露材(表面)の腐食電流密度は、共に $5.5 \mu\text{A}/\text{cm}^2$ であった。暴露試験材のアノード電流密度は、初期値の約20分の1であり、アノード電流密度が大きく低下している。この結果から、イーラス被膜下で保護性の高いさびが形成されていると考えられる。

5. おわりに

さび安定化補助処理剤の一種である「イーラス」適用の耐候性鋼橋梁を評価した結果、供用15年後も流れさびや層状剥離さびなどの発生がなく、良好な外観であることを確認した。また、10年後の暴露試験材の分析結果から、処理剤下

で保護性の高いさび層が形成されていることが分かった。これらの結果より、さび安定化補助処理剤は、耐候性鋼の流れさび防止に有効で防食性と美観性を両立可能であると考ええる。

(Received November 24, 2020)

文 献

- 1) 日本橋梁建設協会；耐候性橋梁実績資料集 第22版(2016)。
- 2) 小森 務, 谷本 亘, 京野一章, 中野博昭；材料と環境, 62, 495 (2013)。
- 3) 堀田裕貴, 桑原幹雄, 三浦進一；第38回防錆防食技術発表大会講演予稿集, p.43 (2018)。
- 4) 桑原幹雄, 三浦進一；令和2年度土木学会全国大会講演概要集, V584 (2020)。