

2. 耐候性鋼橋の表面性状の事例とさびの外観性状

2.1 耐候性鋼橋の表面性状の事例とさびの外観性状

(1) 一般

耐候性鋼橋の場合、耐候性鋼材を無塗装で利用できる環境であると判断した橋であっても、架設後において、計画・設計段階の想定より厳しい環境に全体的または局部的にさらされる場合や、予期しない箇所や経年劣化部位からの漏水などで局部的に環境悪化が生じる場合、さびの進展の抑制が期待できるさびが生成されないことがある。さびの原因が排水設備の劣化による漏水の場合は排水設備の補修によって原因の除去が可能であるものの、地形条件による湿気や海塩粒子などを原因として耐候性鋼橋としての環境条件が適当でない場合などは塗装などの対策が必要となる。また、さびの進展の抑制が期待できないと通常は考えられる、例えばうろこ状のさびが生成していたとしても、5年ごとの定期的な点検において腐食の進行が遅い場合には、ただちに塗装などの措置を実施するのではなく、経過観察を選択する場合もある。つまり、さびの種類だけでなく、個別の進行性も考慮して措置を検討することとなる。さらに、腐食が生じている部材または部位や、板厚減少の範囲あるいは程度によって、橋の機能や部材の耐荷力に低下が生じていることがあり、そのような場合は必要に応じて部材の交換あるいは補修を行うことになる。耐候性鋼橋ではこれらの特有な事項を踏まえて診断を行うこととなる。

これらに対してさびの評価を正確に行うために、外観性状を慎重に見極めることが求められることから、本章では、既往の耐候性鋼橋の代表的な表面性状の事例を集め、そのうち、1章でさびの外観性状として重要と示されたさびの大きさと色調が様々な組合せとなるさびの状態の事例を示す。なお、図-1.1で示した鋼道路橋防食便覧（以下、「防食便覧」という）の外観評点と写真見本^{2.1)}、および図-1.3で示した（一社）日本鋼構造協会（以下、「JSSC」という）の各外観評点における代表的なさび外観^{2.2)}から、同じ写真見本を見つけてさびの評価が可能であるかどうかを検討する。

(2) 事例

関連する事例写真を示す。

備考欄には、写真ごとに

- i) 部位・部材に関する補足説明.
- ii) 状態に関する補足説明・さびの評価の参考となる情報
- iii) その他の事項

を、

ページごとに

- iv) 共通する留意事項

をそれぞれ示す。

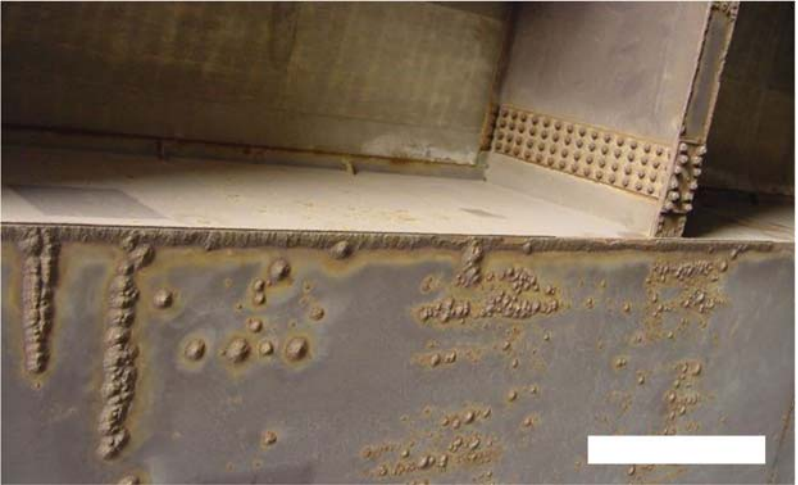
【写真番号】 1	【部材名】 主桁
	i) 主桁の端部 ii) 全面に層状に剥離したさびが生じており、特に、護岸の上側位置で断面欠損がウェブの広範囲に生じている。 iii) ウェブ全面の薄い茶色と同じ色調で層状に剥離したさびの写真見本は、防食便覧にも JSSC にもない。 さびが層状に剥離した状態であること、板厚減少量が大きいことから、層状剥離さびが生じていると考えられる。断面欠損部は、層状剥離さびが進展したものと推定される。
【写真番号】 2	【部材名】 主桁
	i) 主桁の桁間 ii) 全面に層状に剥離したさびが生じており、腐食が著しい。 iii) ウェブ全面の薄い茶色を中心とした多様な色調変化で層状に剥離したさびの写真見本は、防食便覧にも JSSC にもない。 さびが層状に剥離した状態であること、板厚減少量が大きいことから、層状剥離さびが生じていると考えられる。
iv) さびが層状に剥離して板厚減少が大きい場合、板厚減少の程度は全範囲一定ではなくムラが生じる。また、色調も多様となる。 さびの大きさ、凹凸、層状に剥離した状態、茶色、暗褐色、灰色などの色調から、厳しい腐食環境により、広範囲に板厚減少や断面欠損などの著しい腐食が進行していると考えられる。	

【写真番号】 3	【部材名】 支承
	i) 支承本体 ii) 支承に著しい層状に剥離したさびが生じている。 iii) 橙、茶色、褐色系、黒色の多様な色調で層状に剥離した写真見本は、防食便覧にも JSSC にもない。 さびが層状に剥離した状態であること、板厚減少量が大きいため、層状剥離さびが生じ、腐食が著しく進行していると考えられる。
【写真番号】 4	【部材名】 主桁
	i) 主桁の下フランジ ii) 主桁の下フランジに局部的に層状に剥離したさびが生じている。 iii) 床版などの陰の影響を受けた褐色系のさびと同じ色調で層状に剥離した写真見本は、防食便覧にも JSSC にもない。 明るさがないと正確なさびの色調が分からないものの、さびが層状に剥離した状態であること、板厚減少量が大きいため、局所的に層状剥離さびが生じていると考えられる。
iv) さびが層状に剥離して板厚減少が大きい場合、板厚減少の程度は全範囲一定ではなくムラが生じる。また、色調も多様となる。 さびの大きさ、凹凸、層状に剥離した状態、橙、茶色、褐色系、黒色の色調から、厳しい腐食環境により、広範囲に板厚減少や断面欠損などの著しい腐食が進行していると考えられる。	

【写真番号】 5	【部材名】 主桁
	i) 主桁の下フランジ ii) 下フランジ下面の一部に、局部的にうろこ状のさびが生じている。 iii) 橙、茶色、褐色系、灰色の多様な色調でうろこ状の写真見本は、防食便覧にも JSSC にもない。 排水設備からの水かかりを受けている部位で、さびがうろこ状であることから、うろこ状さびが生じていると考えられる。
【写真番号】 6	【部材名】 主桁
	i) 主桁の下フランジ ii) 舗装の排水設備からの排水位置が不適切であり、主桁にうろこ状のさびと流水跡が見られる。 iii) 舗装の排水設備からの、白みがかった茶色の排水跡に、うろこ状のさびが生成している写真見本は防食便覧にも JSSC にもない。 排水設備からの水かかりを受けている部位で、さびがうろこ状であることから、うろこ状さびが生じていると考えられる。
iv) 排水設備からの排水の滴下、飛散、滞水などによる局所的な湿潤環境を原因として腐食が進行する場合、既設のさびが残存する一方で新しいさびが生成するため、さびは橙から褐色系の多様な色調となる。 さびの大きさ、凹凸、うろこ状の状態、橙、褐色系の色調、および水かかりを受けている部位であることから、うろこ状のさびが生成して腐食が進行していると考えられる。	

【写真番号】 7	【部材名】 主桁
	i) 主桁の下フランジ ii) 下フランジ上面に、うろこ状のさびが生じている。 iii) 茶色～褐色系のうろこ状さびの写真見本はあるものの、灰色がかった色調で、凹凸形状が明確な写真見本は、防食便覧にも JSSC にもない。 さびの凹凸、うろこ状の形状から、うろこ状さびが生じていると考えられる。
【写真番号】 8	【部材名】 主桁
	i) 主桁の下フランジ ii) 下フランジ下面に、部分的にうろこ状のさびが生じている。 iii) 床版などの陰の影響を受けた褐色系のさびと同じ色調で凹凸形状にムラがある写真見本は、防食便覧にも JSSC にもない。 明るさがないと正確なさびの色調が分からないものの、さびの凹凸、うろこ状の形状から、うろこ状さびが生じていると考えられる。
iv) 腐食環境の範囲の広さによって、腐食が進行する範囲も異なる。さびの生成する部位によって、日照条件などが異なることから陰の影響などを受けて、さびの色調が変化して見えることがある。 さびの大きさ、凹凸、うろこ状の状態などから、うろこ状のさびが生成して腐食が進行していると考えられる。	

【写真番号】 9	【部材名】 主桁
	i) 主桁のウェブ、下フランジ ii) 表面処理剤が塗付された耐候性鋼材にコブ状のさびが生じている。 iii) 茶色～褐色系の写真見本はあるものの、茶色～褐色系で凹凸形状が明確なコブ状のさびの写真見本は、防食便覧にも JSSC にもない。 さびがコブ状であること、周囲には表面処理剤が残存していることなどから、コブ状のさびが生じていると考えられる。
【写真番号】 10	【部材名】 主桁
	i) 主桁のウェブ ii) 表面処理剤が塗付された耐候性鋼材にコブ状のさびが生じている。 iii) 茶色の写真見本はあるものの、茶色で凹凸形状が明確なコブ状のさびの写真見本は、防食便覧にも JSSC にもない。 さびがコブ状であること、周囲には表面処理剤が残存していることなどから、コブ状のさびが生じていると考えられる。
iv) 海塩粒子や凍結防止剤による塩分を主な原因として、表面処理剤が塗布された耐候性鋼材の腐食が進行する場合、コブ状の凹凸形状を有するさびが生成することがある。 さびの大きさ、凹凸、コブ状の状態、茶色～褐色系の色調、および表面処理剤が塗付されていることから、コブ状のさびが生成して腐食が進行していると考えられる。	

【写真番号】 11	【部材名】 主桁
	i) 主桁の下フランジ ii) 表面処理剤が塗付された耐候性鋼材にコブ状のさびが生じている。 iii) 灰色がかった色調で凹凸形状が明確なコブ状のさびの写真見本は、防食便覧にも JSSC にもない。 さびがコブ状であること、周囲には表面処理剤が残存していることなどから、コブ状のさびが生じていると考えられる。
【写真番号】 12	【部材名】 主桁、横桁
	i) 主桁、横桁の下フランジ ii) 表面処理剤が塗付された耐候性鋼材にコブ状のさびが生じている。 iii) 灰色がかった色調で凹凸形状が明確なコブ状のさびの写真見本は、防食便覧にも JSSC にもない。 さびがコブ状であること、周囲には表面処理剤が残存していることなどから、コブ状のさびが生じていると考えられる。
iv) 海塩粒子や凍結防止剤による塩分を主な原因として、表面処理剤が塗布された耐候性鋼材の腐食が進行する場合、コブ状の凹凸形状を有するさびが生成することがある。 さびの大きさ、凹凸、コブ状の状態、茶色～褐色系の色調、および表面処理剤が塗付されていることから、コブ状のさびが生成して腐食が進行していると考えられる。	

【写真番号】 13	【部材名】 主桁
	i) 主桁の端部 ii) 桁端ウェブに結露水が流下した跡が見られる。 iii) 橙の細かいさびの粒子の写真見本はあるものの、床版などの陰の影響を受けた褐色系で結露跡などによる色調のムラが生じている写真見本は、防食便覧にも JSSC にもない。 さびが橙～茶色で、さびの粒子が細かいことから、未成長のさびの状態と考えられる。
【写真番号】 14	【部材名】 主桁
	i) 主桁の端部、端対傾構取り付け部 ii) 部分的に、色むらや粗いさびが生じている。 iii) 橙の細かいさびの粒子の写真見本はあるものの、色調にムラが生じている写真見本は、防食便覧にも JSSC にもない。 さびが橙～茶色で、さびの粒子が細かいことから、未成長のさびの状態と考えられる。
iv) 結露や結露水の流下跡などによってさびの表面の色調は変化し、ムラが生じる。また、さびの生成する部位によって、日照条件などが異なることから陰の影響などを受けて、さびの色調が変化して見えることがある。 さびの粒子の細かさ、橙～茶色の色調などから、未成長のさびの状態と考えられる。	

2.2 まとめ

本章では、既往の耐候性鋼橋の代表的な表面性状の事例を集め、そのうち、1章でさびの外観性状として重要と示されたさびの大きさと色調が様々な組合せとなるさびの状態の事例を示した。収集したさびの状態の評価からは、以下のことが明らかとなった。

- ・実際の耐候性鋼橋には、図-1.1 あるいは図-1.3 に示される 5 種類のさびの写真見本以外に様々な種類のさびが見られた。
- ・さびの外観性状として、さびの大きさのほか、凹凸を含めた立体的形状や色調のちがいがあり、これらの組合せによって、多くの種類のさびが見られた。
- ・さびは橋ごと、あるいは部材ごとに一様ではなく、各種類のさびが生成している範囲は異なった。さびの種類のほかに、生成している部位、範囲などもさびの原因の推定には有効な情報となる可能性があることがわかった。

以上からも、耐候性鋼橋の診断のためにさびの状態を的確に評価するには、図-1.1 あるいは図-1.3 に示される 5 種類の写真見本だけでは不十分な場合も多いと推測され、さびの平面形状のほか凹凸も考慮した立体形状と大きさ、および色調も組み合わせて正確に分類・評価した判定基準の確立の必要があると考えられる。

2 章参考文献

2.1) (公社) 日本道路協会：鋼道路橋防食便覧，2014.3

2.2) (社) 日本鋼構造協会：JSSC テクニカルレポート No.86，耐候性鋼橋梁の適用性評価と防食予防保全，2009.9