

耐候性鋼橋梁・日和大橋の腐食モニタリング調査（その2）

— 表面処理仕様の外観と腐食量 —

加納橋梁技術事務所 正会員 ○加納 勇
 （一財）土木研究センター 正会員 三浦 正純

（一財）土木研究センター 正会員 安波 博道
 （一財）土木研究センター 正会員 中島 和俊

1. まえがき

耐候性鋼材を橋梁に適用して半世紀が経過した。耐候性鋼材の性能に関して、その反応が穏やかであるために研究レベルの予測のもとで性能を推定し、それを適用根拠としてきた。半世紀が経過した現在、実橋をもとにした検証が必要である。そのような検証対象の1つに、表面処理剤の効果がある。

日和大橋は、宮城県の太平洋の海岸に、1978年に表面処理剤（ウエザーコート）を施して建設された3径間連続1箱桁・耐候性鋼橋梁である。建設当時、飛来塩分に対する適用基準はなく、表面処理剤を塗布することで耐食性能が高まると考え耐候性鋼材をこのような海岸域に適用したものと考えられる。

日和大橋の今後の維持管理のために、2010年秋から2020年までの10年間にわたり、環境、外観、耐候性鋼材の腐食特性（ワッペン試験）、表面処理された実橋の腐食特性を追跡してきた。その結果から本橋における表面処理剤の耐食効果と点検診断の資料となる外観と腐食量についてまとめたので報告する。

2. 腐食量の追跡（モニタリング）方法と結果

追跡は、無塗装裸仕様（以降裸仕様と記す）と表面処理仕様について行っている。

裸仕様の場合では、ワッペン式試験法により、回収を1年、3年、5年、10年として板厚減少量予測式を求めた。結果として、飛来塩分が直接当たり、雨洗いが無い最も腐食環境の厳しい箱桁下フランジ下面（講演（その1）における記号：③-P6-F-UM, 写真-1）での板厚減少量予測式は式-1となった。

表面処理仕様の場合では、鋼材の腐食量は処理剤の局部的劣化「こぶ状さび」に関係すると考え、こぶ（腐食クボミ）の疑似径 a 、深さ h 、こぶの数 i から対象面積 A での平均板厚減少量 Δt を導いた¹⁾。

実橋のクボミ径 a を、接写写真（写真-2）をもとに計測し、その時点での Δt を求めた。これらの Δt から、板厚減少量の変化式を回帰した（式-2）。一連の関係式を式-3～式-5に示す。なお、径 a の変化は、図-1に示すようであり、5年間で約2.4mm程度拡大していた。べき関数で近似したところ、式-6のようであった。

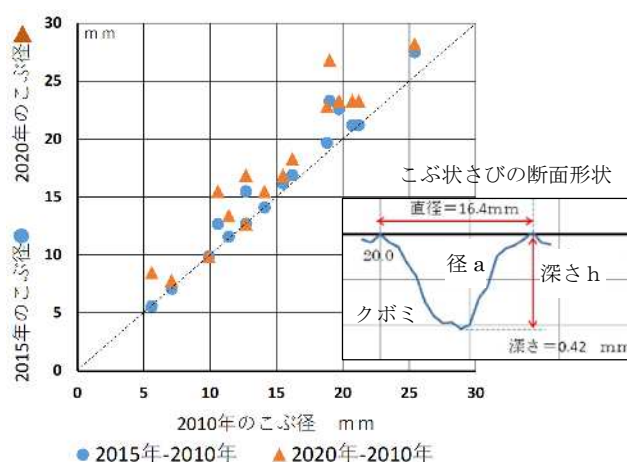


図-1 クボミ径 a の変化

無塗装裸仕様の板厚減少量予測

$$Y = 0.0273 \times X^{0.715} \quad \dots \quad \text{式-1}$$

表面処理仕様の板厚減少量予測

$$Y = 0.00167 \times X^{1.203} \quad \dots \quad \text{式-2}$$

クボミの関係式

$$\text{深さ } h = 0.224 \times a^{0.482} \quad \dots \quad \text{式-3}$$

$$\text{容積 } v = 0.234 \times h \times a^2 \quad \dots \quad \text{式-4}$$

$$\text{板厚減少 } \Delta t = \frac{\sum v}{A} = \frac{0.052 \times \sum a^{2.48}}{A} \quad \dots \quad \text{式-5}$$

径 a の経年変化

$$a = 1.03 \times x^{0.855} \quad \dots \quad \text{式-6}$$

(x はこぶ発生時からの経過年数)

3. 表面処理仕様の耐食効果

海岸域における下向き面の表面処理仕様の場合の板厚減少量（式-2）を裸仕様の場合（式-1）と比較し

てグラフ化したものが、図-2である。日和大橋が仮に裸仕様であったら下フランジ面は、現在うるこ状さびが発生し板厚減少量も 0.5mm 近くまで達していたと考えられる。実橋の表面処理仕様では、こぶ状さびが発生しているものの板厚減少量は 0.15mm 程度であった。

外観に関しては、写真-1に見るように決して良くない。表面処理剤は種類が多く一概には言えないが、「表面の安定化を図り、外観を整える効果」について、長期的にはその効果はないと言える。

一方、海岸域での耐食効果に関しては結果的に腐食量を抑える効果を示した。建設後 40 余年を経過した状態を診断する限り、腐食量は限定的に抑えられ発散的な症状は見られない。このような性能を有効に活かす適用方法も考えられる 2)。

4. 表面処理仕様の外観と腐食量

外観と腐食量との関係をまとめたものが表-1 である。この表は、日和大橋の今後の点検診断時における評価基準となりえるもので、表面処理仕様の耐候性鋼材の損傷評価を「腐食」区分のみとしてとらえ、評価の一元化と明確化を図ったものである。

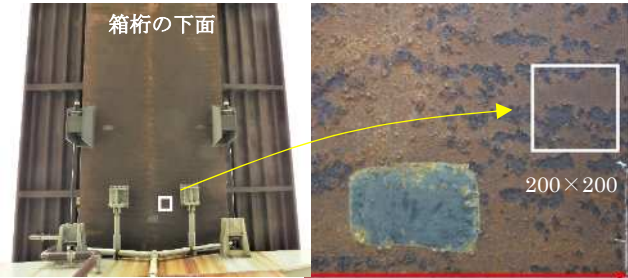


写真-1 箱桁下面の外観と定点追跡

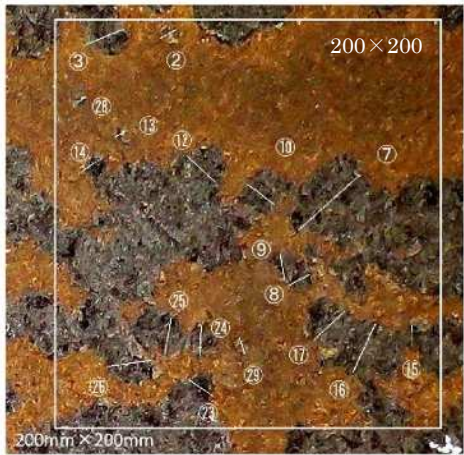


写真-2 定点追跡部分のこぶ状さび

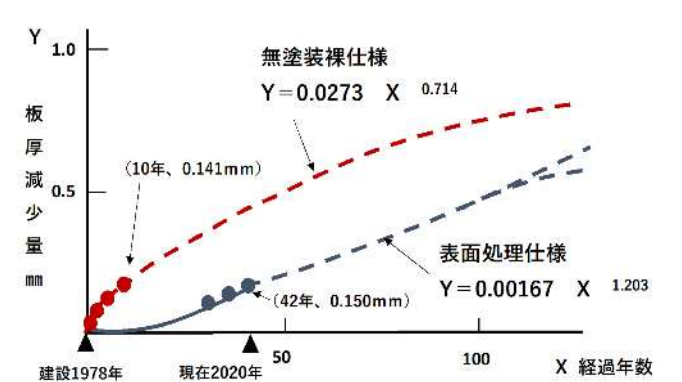


図-2 無塗装裸仕様と表面処理仕様の板厚減少量

表-1 表面処理仕様の外観と腐食量

外観 評点	参考写真 (10cm×10cm)	外観	腐食量 (板厚減少量)	点検と 維持管理
5		被膜(変色を含む)で覆われ、さびは全く発生していない状態	0 mm	腐食 損傷 区分 a 健全 (経過観察)
4		被膜は消耗し、細かいさびが発生している状態(最大粒径1mm程度)	0 mm	
3		やや大きいさびが発生し、表面凹凸が現れている状態(最大粒径5mm未満程度)	≒0 mm	
2		こぶ状のさびが発生している状態(最大粒径5mm以上)	上段写真 3%程度: ≒0.01mm 下段写真 50%程度: ≒0.18mm %はこぶの 面積率	b c (広範囲) 要調査
1		板状の複数の層からなる厚く堅いさび(層状剥離さび)が形成されている状態	数 mm	d e (広範囲) 要対策

参考文献

1) 表面処理された耐候性鋼橋梁の劣化度評価と板厚減少量：第 71 回土木学会年次講演会 2016 年 I-040

2) 耐候性鋼橋梁の可能性と新しい技術：日本鋼構造協会 TR-73 平成 18 年 10 月