

炭素鋼ワッペン試験片の外観に基づく腐食減耗量の推定

福井県工業技術センター 正会員 ○前田健児
福井大学 正会員 鈴木啓悟

1. はじめに

短期曝露試験による耐候性鋼材の現地適用性評価方法として、既設橋梁型ワッペン式曝露試験がある¹⁾。ワッペン式曝露試験は、従来タイプの小型試験片による曝露試験や模擬橋梁試験体による曝露試験の課題解決を目指し試適用が開始された試験であり、ワッペン試験片と称する図-1 に示す薄く軽量の板状試験片（2×50～70×50～70mm 程度）を用いて、それを既設の実橋や仮設の簡易曝露架台中の専用装着板に接着する試験法である。その利点は橋梁の様々な部位に直接試験片を張り付けることが可能であり、部位ごとの腐食減耗量の相違を明確に評価することが可能な点である。さらに期待される評価指標の精度が高いことが知られている。ワッペン式曝露試験は耐候性鋼材の耐候性能の評価試験方法として知られているが、近年、耐候性鋼材以外を用いたワッペン試験片による耐候性能の評価試験が行われている²⁾。本研究では、鋼橋で多く用いられるSM490A を用いた炭素鋼ワッペン試験片を既設橋梁に貼付け、既設橋梁型ワッペン式曝露試験を実施したワッペン試験片の外観と腐食減耗量の関係を分析した結果を報告する。

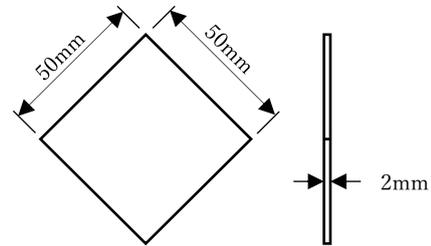


図-1 ワッペン試験片の寸法

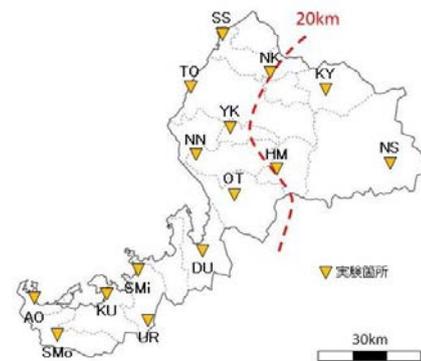


図-2 位置図

表-1 実験箇所の諸元と大気における鋼材の腐食減耗量と時間の累乗回帰曲線の a 、 b および相関係数 R

地点名	離岸距離 (km)	標高(m)	a	b	R
SMi	0.0	35	0.1094	1	0.983
TO	0.1	8	0.0539	1	0.976
KU	1.1	1	0.0535	1	0.943
SS	2.4	1	0.0377	1	0.977
AO	1.0	8	0.0234	1	0.977
DU	3.7	17	0.0192	0.6220	0.985
NK	20.4	35	0.0183	0.6612	0.955
KY	34.5	119	0.0171	0.6981	0.956
YK	16.0	15	0.0139	0.8135	0.981
NN	4.2	149	0.0081	0.8818	0.968
UR	10.5	60	0.0077	0.6768	0.984
OT	9.1	127	0.0068	0.8600	0.972
NS	55.3	558	0.0054	1	0.970
SMo	9.2	107	0.0047	0.7663	0.968
HM	20.9	260	0.0047	0.8328	0.974

2. 1 外観評価

ワッペン試験片の撮影には、デジタルカメラ（DMC-FT4, Panasonic）を使用する。画像処理にはオープンソース画像処理ソフトの Image J を使用する。画像処理方法は、撮影した画像データに距離情報を与え、1ピクセ

2. 実験場所と方法

図-2 に実験箇所の位置図を示す。実験箇所は福井県内の鋼橋とし、県内全域を網羅できるよう概ね 20km 間隔に箇所を選定する。福井県内 15 地点の各鋼橋の諸元と累乗回帰曲線 ($y=a \cdot t^b$)³⁾ の係数 a 、 b 、および腐食減耗量 y と曝露期間 t の相関係数 R を表-1 に示す。ワッペン試験片は雨がかりのない外桁内側面垂直部に貼付け、曝露期間は 3 年とする。係数 b が 1 を超えることは流動加速腐食のような特殊な減肉を除き、大気腐食環境下の通常の腐食では考えにくいことから、係数 b が 1 を超える式が生じた際には係数 b を 1 とした線形関係として用いる。

キーワード 維持管理 橋梁 腐食 外観

連絡先 〒910-0102 福井県福井市川合鷺塚町 61-10 福井県工業技術センター TEL0776-55-0664

ルあたりの長さ情報を設定する。次に画像内のワッペン試験片部分を切り取り、二値化のための閾値指定法により閾値を決定し二値化する。最後に画像処理した全面積と鋼素地面積を算出し、鋼素地面積率(%)および錆面積率 C_{area} (%)を算出する。

2. 2 腐食減耗量の評価

ワッペン試験片による腐食減耗量 y (mm)の算出方法は、試験片表面に付着した腐食生成物を JIS Z 2383 の附属書 A (参考) 腐食生成物を除去する化学的方法に準拠したクエン酸水素二アンモニウム水溶液を用いて腐食減耗量 (板厚減少量) を計測し、腐食減耗量 y (mm)に換算して評価する。クエン酸水素二アンモニウム水溶液に試験片を浸漬する際には、僅かではあるが母材の減肉も生じるため、ブランク材を同時に浸漬させ、ブランク材の減肉重量を差し引くことで、腐食によるのみ減肉した重量を計測する。

3. 結果と考察

図-2 に錆面積率 C_{area} (%)と腐食減耗量 y (mm)の関係を示す。鋼素地が1%未満については、傾向性把握のため除外する。相関係数は $R=0.871$ と相関性が高く、鋼素地全面が腐食生成物で覆われる前のワッペン試験片では、外観から腐食減耗量 y (mm)が推定でき、次式で示すことができる。

$$\log y = 4.597 \cdot C_{area} - 9.21 \quad (1)$$

暴露期間3年の錆面積率(%)と累乗回帰曲線 ($y=a \cdot t^b$) の係数 b の関係を図-3 に示す。傾向性の確認のため係数 b が1、かつ鋼素地が完全に腐食生成物で覆われた離岸距離3km以内の厳しい腐食環境のデータは除外する。ばらつきはあるものの、錆面積率(%)と係数 b には反比例の傾向が示された。ワッペン試験片表面が腐食生成物で完全に覆われていない場合、鋼素地表面が腐食生成物で覆われるほど鋼素地に対して腐食生成物による保護性が増加して係数 b が小さくなると考えられる。また錆面積率が小さく鋼素地が多く露出している場合、鋼素地を保護する腐食生成物が少ないため係数 b が増加する。鋼素地が多く露出するワッペン試験片では、腐食生成物による保護性がほとんど期待できないといえる。

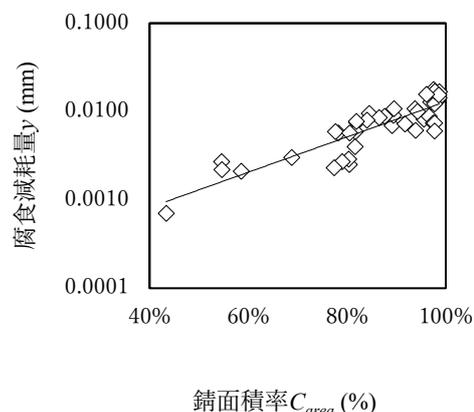


図-2 炭素鋼ワッペン試験片の錆面積率 C_{area} と腐食減耗量 y の関係

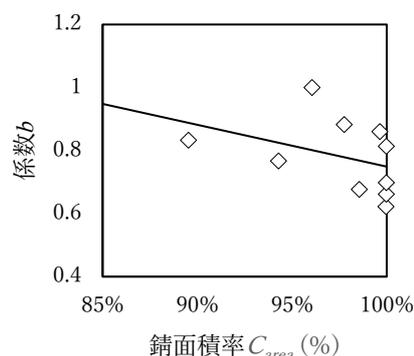


図-3 3年暴露した炭素鋼ワッペン試験片の錆面積率 C_{area} と累乗回帰曲線の係数 b の関係

4. まとめ

鋼橋で多く用いられる SM490A を用いたワッペン試験片を既設橋梁に貼付け、既設橋梁型ワッペン式曝露試験を実施した試験片の外観と腐食減耗量の関係を分析した。以下に得られた知見をまとめる。

- (1) 炭素鋼ワッペン試験片の錆面積率(%)と腐食減耗量 y (mm)には高い相関性があり、錆面積率(%)から腐食減耗量 y (mm)を推定できる。
- (2) ワッペン試験片表面が腐食生成物で完全に覆われていない場合、腐食生成物で覆われるほど鋼素地に対して腐食生成物による保護性が増加する。

参考文献

- 1) 日本鋼構造協会：耐候性鋼橋梁の可能性と新しい技術，テクニカルレポート No.73，2006。
- 2) 井上博之 他：炭素鋼ワッペン試験片を用いた臨海コンビナート工場敷地内の大気腐食調査，材料と環境，69巻，6号，pp.175-179，2020。
- 3) 土木学会：腐食した鋼構造物の耐久性照査マニュアル，鋼構造シリーズ18，2009。