

画像解析による耐候性鋼材のさびの外観評価

九州工業大学大学院 学生員 ○続木広大
NEXCO 中日本＊ 正会員 瀧口尚吾
九州工業大学大学院 学生員 山根圭太
九州工業大学大学院 正会員 山口栄輝

1. はじめに

耐候性鋼材は、表面に生成される緻密なさび（保護性さび）により腐食の進行を抑制する。維持管理においては、定期的に鋼材表面を点検し、さびの状態を評価する方法がとられる。一般的な方法は、セロファンテープでさびを採取し、表-1¹⁾基準を用いて目視で判定するセロファンテープ試験である。簡便ではあるが、多くの橋梁管理者にとって、必ずしも容易な判定方法ではない。そこで、画像解析を用いた点検方法の検討が進められ、画像解析で得られるさび粒子の特徴（図-1）をもとに、評価する方法が提案されている²⁾。しかしながら、通常の画像解析では、結合している複数の粒子を1つの粒子として判断され、粒径が正しく判定できない可能性がある。そこで、本研究では、さび粒子の結合箇所を切断し、その後に、画像解析によるさびの外観を評価する方法を試みた。

2. 粒子切断

さびを付着させたセロファンテープ画像を、スキャナーでコンピュータに取り込む。この画像を粒子解析ソフト Ver.3.5³⁾で、自動2値化処理、3×3メディアンフィルタ処理によるノイズ除去を経て、画像解析を行うのが、本研究で採用する手順である。ただし、さびの外観評価では5mm以上のさび粒子が問題となるため、ここでの画像解析は最大径4mm以上のさび粒子を解析対象としている。

さび粒子切断は、ノイズ除去後に実施する。対象となるすべてのさび粒子に対してくびれの走査を行い、くびれと判断された箇所を切断する。くびれの検出は次のように行う。

さび粒子において、図-2に示すような、段階的に短くなっている線分Lを見つける。線分Lを取り巻く周辺の状態から、切断するか否かを判定するが、過剰切断を避けるため、粒子ごとにS/WH、N(=最小径/3)を求め、表-2に従い、制限値Vを定める。線分LがVより大きい場合のみ、切断を実行する。なお、S、W、Hの定義は図-3に示す通りである。この粒子切断までの流れを図-4にまとめている。

3. 画像解析による評価

27枚のセロファンテープ試験資料を21人の専門家が評価したデータがある²⁾。専門家の評価でも、判定が分かれている。そこで、ここではセロファンテープ試験資料を、表-3に従ってa～eの5段階に分類した。dは措置が必要か否かを判定するためにさらなる調査が必要なさび状態、eは措置が必要なさび状態である。

このセロファンテープ試験資料を用いて、上述の手順で画像解析を行い、得られた最大径の平均値と専門家の評価をまとめたものが図-5であり、さび粒子切断を行わなかった場合に得られた最大径の平均値と専門家の評価をまとめたものが図-6である。維持管理上、評価がa～cの範疇に入るか否かで対応が異なってくる。そのため、評価がa～cになるか否かの判定が重要となるが、さび粒子の切断を行っていない図-6においては評価b,c,dの境目が曖昧

表-1 さび外観評価とさびの状態¹⁾
(一部抜粋)

評点	目視外観	状態
5	さび粒子は細かいが、均一性に欠ける	正常
4	さびの平均外観粒径は1mm程度以下で細かく均一である	
3	さびの平均外観粒径は1mm～5mm程度で粗い	
2	さびの平均外観粒径は5mm～25mm程度のうろこ状である	要観察
1	さびは層状で厚いが、剥離がある	異常

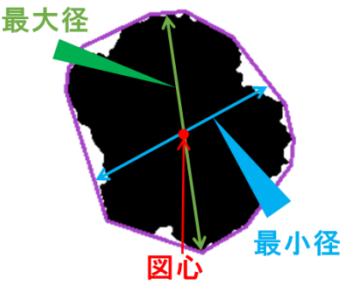


図-1 さび粒子の特徴

表-2 Vの算定

N(mm)	V(mm)	
	S/WH < 0.4	S/WH ≥ 0.4
N < 2.0	$V = \frac{3}{5} \times N$	V = N
2.0 ≤ N < 3.0	$V = \frac{2}{3} \times N$	V = 2.0
3.0 ≤ N < 4.0	$V = \frac{3}{4} \times N$	V = 3.0
4.0 ≤ N < 5.0	V = 3.0	V = 4.0
5.0 ≤ N < 6.0		V = 5.0
6.0 ≤ N < 7.0		V = 6.0
7.0 ≤ N		V = 7.0

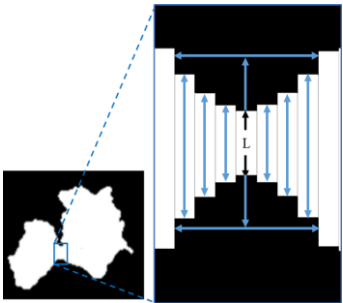


図-2 切断候補となる箇所

である．一方で，さび粒子の切断を行った図-5 より，最大径の平均値 5.5 mm がしきい値として採用可能であることがわかる．すなわち，最大径の平均値が 5.5 mm 以下であれば，措置が必要のないさび状態であり，5.5 mm を超えるようであれば，専門家に調査を依頼するのが望ましいと考えられる．

4. まとめ

通常の画像解析では，粒径を過大評価することがある．ここでは，結合粒子を切断することにより，粒径の過大評価を防ぐことを試みた．この前処理を施した後の画像解析結果で，最大径の平均値 5.5mm をしきい値に用いれば，措置の要不要に関して，専門家と同等の判断が可能になるという結果を得ることができた．

表-3 評価判定法

評価	内容	専門家の評点
a	評点4以上	8割以上が評点4,5
b	評点3または評点4	3割以上8割未満が評点4,5
c	評点3	評価a,b,d,e以外
d	評点2または評点3	3割以上8割未満が評点1,2
e	評点2以下	8割以上が評点1,2

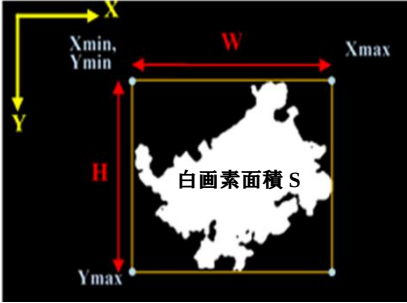


図-3 S,W,H の定義



図-4 粒子切断

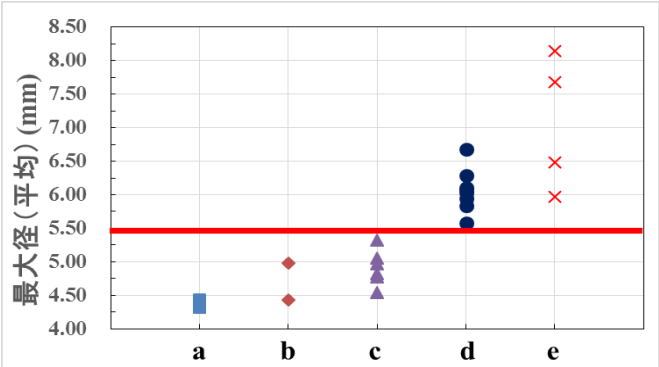


図-5 最大径の平均値と専門家の評価(切断あり)

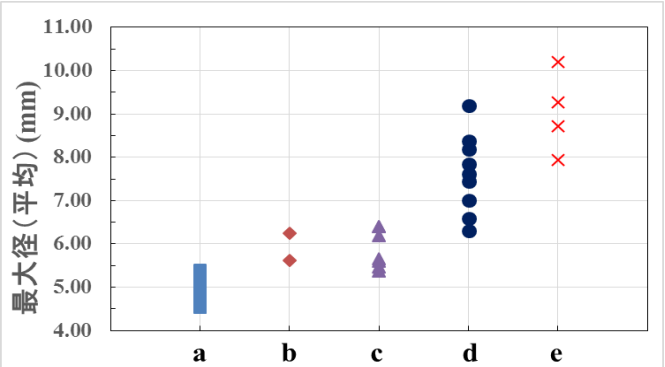


図-6 最大径の平均値と専門家の評価(切断なし)

参考文献

1) 日本道路協会：鋼道路橋塗装・防食便覧，2005.
2) 森田千尋，梅崎俊介，山口栄輝，松田浩，武崎啓太：セロファンテープ試験の画像解析による耐候性鋼材のさびの外観評価，構造工学論文集，Vol. 61A，pp. 429-438，2015.
3) 日鉄住金テクノロジー株式会社：粒子解析ソフト Ver.3.5，2013.

キーワード 耐候性鋼材，さび，セロファンテープ試験，画像解析，粒子切断

連絡先 〒804-8550 福岡県北九州市戸畑区仙水町 1-1

九州工業大学 TEL 093-884-3110 FAX 093-884-3100

*：研究当時，九州工業大学学生