

画像処理を用いたセロテープ試験による耐候性鋼材のさびレベル評価

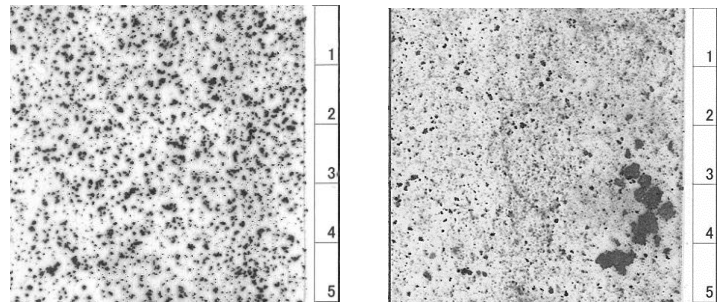
山口大学大学院 学生会員 ○小倉敬史
山口大学大学院 正会員 麻生稔彦
三菱重工鉄構エンジニアリング(株) 正会員 阿部浩志
三菱重工鉄構エンジニアリング(株) 正会員 鍵村俊哉

1. はじめに

近年、鋼材を無塗装で使用できる耐候性鋼橋梁の建設が増加している。耐候性鋼材は鋼材表面に緻密な保護性さびを形成し、腐食速度の低減を図るものであるが、湿潤環境下では、保護性さびが形成されずうろこ状さびや層状剥離さびといった異常さびが形成されることもある。また、保護性さびを形成しても腐食が停止するわけではないため、維持管理において、さびの性状を定期的に調査する必要がある。さびの性状を判断する主たる指標としてさびの粒子や色相により判断する外観評点があるが、この評価手法は評価者の経験や知識によりばらつきが生じ、誤った判断がされることもあり、評価者の技量に多く依存する。そこで本研究では、比較的簡便な手法であるセロテープ試験に着目し、セロテープ試験の画像をスキャンし、そのスキャン画像を画像解析することにより、さびの性状を定量的に評価する手法の開発を目的とする。

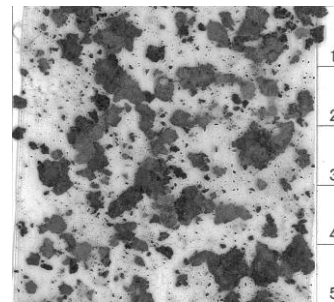
2. 実験概要

セロテープ試験は鋼材表面に生成したさびをセロテープに付着させ、採取されたさび粒子の状態から目視によりさびの性状を評価する方法である。本研究で使用するセロテープ試験試料は、9～24 年経過した実橋梁で行われたセロテープ試験画像である。図-1 (a)～(c)に実橋梁(A 橋, B 橋, C 橋)においてセロテープ試験により採取されたさびのスキャン画像を示す。これらのスキャン画像を 50mm×50mm で読み込み、粒子解析を行うことによりさび粒子の面積, 最大長, 最小幅, 粒子数等が得られる。画像解析ソフトは旭化成エンジニアリング(株)A 像くんを用いる。



(a) A 橋 ウェブ

(b) B 橋 下フランジ



(c) C 橋 下フランジ

図-1 セロテープ試験のスキャン後の画像

3. 実験結果

3. 1 画像解析を用いたさびレベルの評価方法

実橋梁で行われたセロテープ試験のスキャン画像(全 55 枚)を用い、さびレベルの評価方法を検討する。試料はさびレベル 4 が 26 枚, さびレベル 3 が 28 枚, さびレベル 2 が 1 枚である。さびレベルとは採取されたさびの大きさ, 数によりさびの性状を評価する指標であり, 耐候性鋼橋梁の手引き¹⁾によれば表-1 に示すレベル 5～1 に分類される。熟練技術者の評価で, 図-1 (a)はレベル 4, (b)はレベル 3, (c)はレベル 2 である。粒子解析により円相当径(mm)だけでなく, 最大長, 最小幅が得られるがこの 2 つの値は採取されたさびの形に影響されるため, 本研究では, 評価方法の検討にあたり, 円相当径に着目した。ここで円相当径とは, 採取されたさびの面積を円の面積で表した時の直

表-1 さびレベルの評価指標

レベル5	さびは少なく, 比較的明るい色調を呈する
レベル4	さびは1mm程度以下で細かく, 均一である
レベル3	さびは1mm～5mm程度で粗い状態
レベル2	さびは5mm～25mm程度で, うろこ状の剥離がある
レベル1	さびは層状の剥離がある

径である。55枚すべての各スキャン画像における平均円相当径を求め、平均円相当径を表-1に示すさびのサイズとして55枚を評価した結果、全てレベル4と評価された。また、熟練技術者による評価ではさびレベル4と評価されたものが26枚あるにも関わらず、最大円相当径を表-1に示すさびのサイズとして55枚を評価した結果では、さびレベル4の評価が無いという結果となった。そこで、さび粒子の大きさのみでなく、採取されたさびの総面積に占める各さびの粒子面積の割合も指標とすることとし、粒度曲線を作成する。図-2に、図-1(a)~(c)の粒度曲線を示す。横軸は、円相当径(mm)であり、縦軸は、採取されたさびの総面積に占める各円相当径におけるさび粒子面積の割合を累加百分率(%)で示した値である。累加百分率50%時の円相当径を表-1に示すさびのサイズとして評価し、熟練技術者の評価と一致したものは75%(41/55)となった。40%時の円相当径では、82%(45/55)。30%時の円相当径では、72%(40/55)となった。そこで、一致した割合が一番高い累加百分率40%時における円相当径をそのスキャン画像の代表円相当径とする。図-2の赤線で示すようにA橋は0.85mm、B橋は0.6mm、C橋は4mmである。A橋においては熟練技術者と同一のさびレベル4と評価された。B橋においては、熟練技術者の評価がレベル3だが、代表円相当径を用いた方法ではレベル4と評価された。図-2をみるとA橋とB橋の累加百分率100%時における最大円相当径が大きく異なっている。図-1(b)をみると突出して大きなさびが数個取れている。そのため、突出して大きなさびが採取された場合代表円相当径のみの評価では適切なさびレベルの評価ができない。そこで、累加百分率40%時における代表円相当径と累加百分率100%時における最大円相当径によりさびレベル評価方法の検討を行う。熟練技術者がさびレベル2と評価した図-2のC橋下フランジでは、代表円相当径が3mmを超えかつ最大円相当径が8mmを超えている。この2つの値を用いて粒度曲線の円相当径を用いた評価基準を作成する。表-2に評価基準を示す。代表円相当径からレベル4、3と評価されても最大円相当径の範囲に該当すれば対応するさびレベルの評価に変更する。表-2により推定したさびレベル評価と熟練技術者との比較を表-3に示す。熟練技術者の評価と表-2を用いて評価したさびレベルが一致したものは89%(49/55)となった。画像処理を用いた耐候性鋼材のさびレベルの評価手法において円相当径と採取されたさびの総面積に占める各さびの粒子面積の割合を用いることによりさびレベルを定量的に評価できると考えられる。

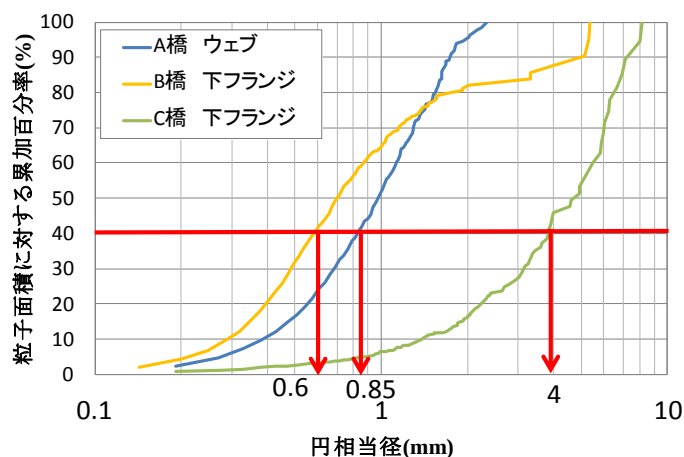


図-2 粒度曲線

表-2 評価基準

	代表円相当径(mm)	最大円相当径(mm)
レベル4	1mm未満	
レベル3	1mm以上～3未満mm	3～8mm
レベル2	3mm以上	8mm以上

表-3 熟練技術者の評価と比較

		熟練技術者の評価		
		レベル2	レベル3	レベル4
推定	レベル2	1	0	0
	レベル3	0	26	4
	レベル4	0	2	22

4. まとめ

セロテープ試験により、採取されたさびをスキャンし、その画像を解析することによりさびレベルを定量的に評価する手法を提案した。しかし、さびレベル2の試料が1つだったため評価基準については更なる検討が必要である。また今回は、熟練技術者の評価のみを基準としさびレベル評価方法の検討を行ったため、さびレベルの評価方法だけでなく、今後はさび厚、腐食減耗量などと比較し、画像処理を用いたさびの性状評価方法の検討も必要である。

参考文献

- 1) 一般社団法人日本橋梁建設協会：耐候性鋼橋梁の手引き，2013年4月