

セロテープ試験による耐候性鋼材上のさび評価の高度化に関する検討

山口大学大学院 学生会員○時枝祐仁
山口大学大学院 正 会 員 田島啓司 麻生稔彦
構造計画研究所 正 会 員 中村保則 坂元一雄

1. はじめに

耐候性鋼橋梁の耐久性を維持するためには、さび性状の定期的な評価が重要であり、評価手法のひとつにセロテープ試験がある。これは、鋼材表面に形成しているさび粒子を保存でき、かつ、測定機器を要しない比較的簡便な手法である。しかし、目視による評価のため、評価者の知識や経験に依存した評価結果のばらつきが危惧される。そこで本検討では、セロテープ試験に画像処理を適用する定量的なさび評価の精度向上を目的とする。

2. 画像処理を適用するさび評価手法

セロテープ試験では、さび性状をさび外観評点により目視で評価する。さび外観評点は、さび粒子の大きさ、色、数により評価する指標であり、表-1に示す評点5～1に分類される。なお、評点5は初期のさびであるため補修や補強に与える影響は小さい。評点1は層状剥離を目視により判断できるため、セロテープ試験により評点を判断する必要は無いと考える。そこで本検討では、画像解析を用いたさび評点評価において、評点4、評点3、評点2を評価することを目的とする。本検討では、評価者の技量への依存を避けた評価のため、セロテープ試験に画像処理を適用する手法を用いる。この手法では、セロテープ試験のスキャン画像に粒子解析を適用し、解析結果から作成した図-1に示す粒径加積曲線、および、表-2に示す評価基準から評価する。粒径加積曲線は、横軸に粒子を同じ面積の円に置き換えた時の円の直径となる円相当径、縦軸に各円相当径の粒子面積に対する百分率の和である累加百分率をとる。

以上の手順により、耐候性橋梁について豊富な経験を有するコンサルタント1名、防食技術者1名、研究者2名の計4名により目視評価を実施したセロテープ試験265試料に対して、表-3に、使用試料の詳細を示す。表-4に、評価結果を示す。表-4より、技術者評価と画像処理評価の一致率は64.9%(172/265)となった。この原因の一つとして、表-2の設定に用いた試料の偏りが考えられる。基準の設定には、表-4に示す136試料が用いられている。これらの技術者評価はほぼ一人の技術者によるため、主観的ずれが危惧される。そのため、本検討では、表-3に示す377試料を用い、評価技術者に増やし、教師データの一般化をはかる。

表-1 さび外観評点

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

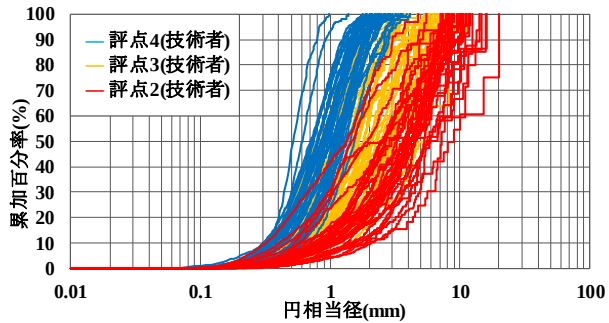


図-1 粒径加積曲線

表-2 既往の研究により提案されている評価基準

	累加百分率40%時円相当径	累加百分率100%時円相当径
評点4	1mm未満	
評点3	1mm以上3mm未満	3mm以上8mm未満
評点2	3mm以上	8mm以上

表-3 使用試料詳細

	表-2作成時使用 136試料	表-4評価時使用 265試料	本検討使用 377試料
技術者評価	評点4 51	102	149
	評点3 50	93	127
	評点2 35	70	101

表-4 265 試料に対する表-2 によるさび評価結果

		画像処理評価		
		評点4	評点3	評点2
技術者評価	評点4	44.2%(45/102)	54.9%(56/102)	1.0%(1/102)
	評点3	6.5%(6/93)	69.9%(65/93)	23.7%(22/93)
	評点2	0	11.4%(8/70)	88.6%(62/70)

キーワード 耐候性鋼材，腐食，セロテープ試験

連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2-16-1 山口大学工学部社会建設工学科 TEL 0836-85-9323

3. 評価基準の見直し

図-2 に、377 試料のうち技術者評点 4、評点 2 の円相当径の分布を示す。評点 4 において、累加百分率 40% 時の円相当径は、1mm 以上 2mm 未満が 56 試料あり、従来基準の閾値である「1mm 未満」では、一致率が低くなる。また、2mm 以上 3mm 未満は 4 試料であり、「3mm 未満」に改正すると、評点 4 の精度向上より、評点 3 の精度低下が顕著になることが考えられるため、新閾値は「2mm 未満」が妥当であると考えられる。さらに、100% 時は、4mm 未満が多いため、「3mm 未満」では、技術者評点 4 であるが評点 3 とする試料が増加し、一致率が低くなる。一方、評点 2 において、40% 時の円相当径は、2mm 以上が多い。しかし、「3mm 以上」に改正すると、評点 2 の精度向上より、評点 3 の精度低下が顕著になることが考えられる。図-3 に、技術者評点 3、評点 2 のスキャン画像を示す。図-3 より、評点 2 は評点 3 の試料より粒子が大きい傾向にあるため、100% 時の円相当径が大きくなる。そのため、評点 2 においては、40% 時の閾値を小さくするより、100% 時の閾値を小さくするほうが、評点 3 と評点 2 の精度向上には有効と考える。以上を考慮した評価基準を表-5 に示す。表-6 に、表-2 の旧基準によりさび評価を行った結果を示す。表-7 に、表-5 の新基準によりさび評価を行った結果を示す。これらの結果より、新基準により技術者評価と画像処理評価の一致率が 67.4%(254/377)から 74.0%(279/377)に向上した。

ここで、図-5 に、不一致試料の例(技術者評点 4 で画像処理評点 2)を示す。図-5 より、細かな塵埃を粒子解析では一つのさび粒子として認識したことがわかる。これは試料採取時、粒子解析時に注意すべきであり、セロテープ試験の実施方法、使用する二値化理論も検討する必要がある。

5. まとめ

画像処理を適用する評価において、新たな評価基準により、評価精度が向上した。

5. まとめ

画像処理を適用する評価において、新たな評価基準により、評価精度が向上した。

謝辞

本検討は、国土交通省道路局が設置する新道路技術会議における技術研究開発制度により、国土交通省国土技術政策総合研究所の委託研究「耐候性鋼橋梁の診断・補修技術の高度化についての研究開発」で行われたものである。

参考文献

- 1) 小倉敬史, 麻生稔彦, 阿部浩志, 鍵村俊哉: 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, 第66回土木学会中国支部研究発表会発表概要集, I-14, 2014.

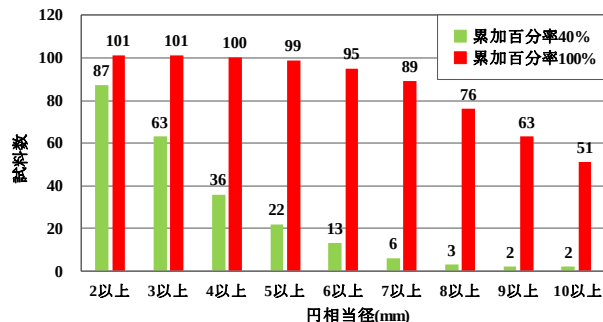
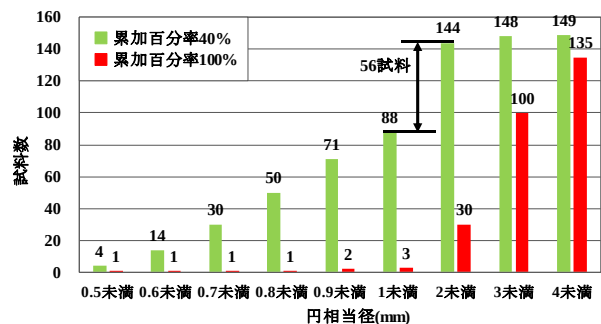


図-2 評点 4(上), 評点 2(下)の円相当径分布



(a) 評点 3



(b) 評点 2

図-3 評点 3, 評点 2 の代表写真

表-5 新評価基準

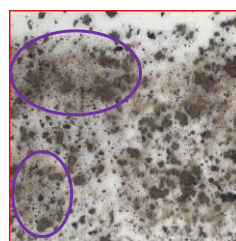
	累加百分率40%時円相当径	累加百分率100%時円相当径
評点4	2mm未満	4mm以上7mm未満
評点3	2mm以上4mm未満	7mm以上
評点2	4mm以上	

表-6 旧基準によるさび評価結果

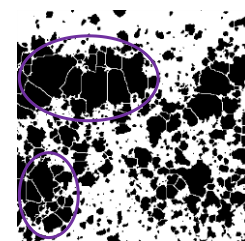
		画像処理評価		
		評点4	評点3	評点2
技術者評価	評点4	53.0%(79/149)	46.3%(69/149)	0.7%(1/149)
	評点3	3.9%(5/127)	69.3%(88/127)	26.8%(34/127)
	評点2	0	13.9%(14/101)	86.1%(87/101)

表-7 新基準によるさび評価結果

		画像処理評価		
		評点4	評点3	評点2
技術者評価	評点4	90.6%(135/149)	8.7%(13/149)	0.7%(1/149)
	評点3	26.8%(34/127)	43.3%(55/127)	29.9%(38/127)
	評点2	1.0%(1/101)	10.9%(11/101)	88.1%(89/101)



(a) スキャン原画



(b) 二値化画像

図-5 不一致試料の画像(技術者評点 4, 画像処理評点 2)