

粒子の重なりを考慮したセロテープ試験の画像解析

山口大学院 学生会員 ○釜崎晴也

山口大学院 学生会員 小倉敬史

エム・エムブリッジ 正 会 員 阿部浩志

エム・エムブリッジ 正 会 員 鍵村俊哉

山口大学院 正 会 員 麻生稔彦

1. 序論

近年、鋼材を無塗装で使用できる耐侯性鋼橋梁の建設が増加している。しかし、耐侯性鋼材は腐食環境により異常さびが生じるため、さびの状態を定期的に点検する必要がある。その方法の1つとしてセロテープ試験があるが、この方法は目視による評価のため、誤った評価が行われる可能性がある。そこで、既往の研究では、セロテープ試験画像を画像解析することで定量的に評価する手法が提案されているものの¹⁾、画像解析における粒子の重なりについて考慮されていない。また、セロテープ試験における画像解析範囲について検討されていない。そこで、本研究では粒子の重なりを考慮した画像解析によるセロテープ試験の定量的評価の手法を検討するとともに、セロテープ試験画像における画像解析範囲の検討を行う。

2. 画像解析によるさび評点評価

セロテープ試験とは、鋼材表面に形成された浮きさびをセロテープに付着させて、さび粒子からさびの状態を評価するものである。既往の研究では、さびの付着したセロテープを50×50mmの範囲で画像解析し、解析によって得られたさび粒子の円相当径と面積から得られる粒径加積曲線より、さび評点を評価する。ここで、円相当径とはさび粒子の面積と等しい面積の円の直径を指す。表-1にさび評点評価基準を示す。(以下、表-1による評価方法を40・100%評価法とする。) さびスキャン画像を図-1に示し、図-1から作成した粒径加積曲線を図-2に示す。図-2の粒径加積曲線から、表-1を用いて、さび評点2～4を評価できる。しかし、この評価法では、画像解析における粒子の重なりを考慮していない。

3. さび粒子の分離を考慮したさび評点評価

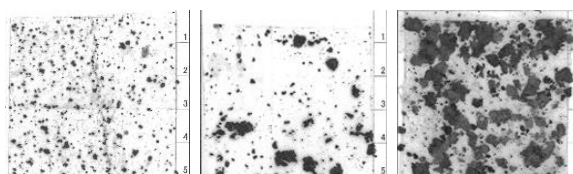
本研究で使用する画像解析ソフトでは、接触度を用いて重なったさび粒子を分離して解析できる²⁾。前述の40・100%評価法は、接触度10で解析されたデータによって評価基準が設定されているため、他の接触度による解析結果の違いを検討する必要がある。ここで、接触度とは粒子と粒子の接触している度合いの指標である。図-3に重なった粒子のモデル図を示す。接触度が大きくなるにつれ、粒子と粒子の接触部分が小さくなる。接触度の算出式を式(1)に示す。

$$\text{接触度}(C) = 100 \times D/L \quad (1)$$

ここで D: 粒子の中心から接触部分までの長さ L: 接触部分の長さ

表-1 さび評点評価基準

	累加百分率40%時の 円相当径(mm)	累加百分率100%時の 円相当径(mm)
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



(a) さび評点4 (b) さび評点3 (c) さび評点2

図-1 さび評点別セロテープスキャン画像

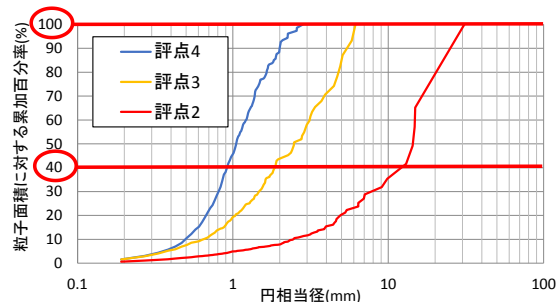


図-2 粒径加積曲線例

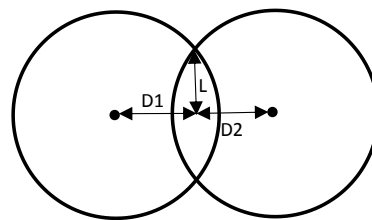


図-3 重なった粒子のモデル図

キーワード 耐侯性鋼材, セロテープ試験, 画像解析

連絡先 〒755-8611 宇部市常盤台 2-16-1 山口大学工学部 TEL 0836-85-9323

ここで、 $100 \times D1/L > C$ または $100 \times D2/L > C$ の場合、さび粒子の分離が行われる。そのため、接触度の設定で画像解析の結果が異なる可能性がある。そこで、実橋梁で行われたセロテープ試験のスキャン画像（55 枚）を接触度 1, 10, 20, 40, 50, 60, 80, 100, 分離なしの 9 パターンで画像解析する。得られた結果から粒径加積曲線を作成し、40・100%評価法を用いて評価を行った。さらに、熟練技術者の評価に対する正答率を算出した。図-4 に接触度別の正答率を示す。図-4 より、接触度が大きいほど正答率は低下している。これは、接触度が大きいほど重なったさび粒子が分離されにくくなることで、重なったさび粒子を 1 つの大きな粒子として解析されることが原因と考える。図-4 より、接触度 10 は高い正答率を示しており、40・100%評価法で用いた接触度 10 は妥当であると考ええる。

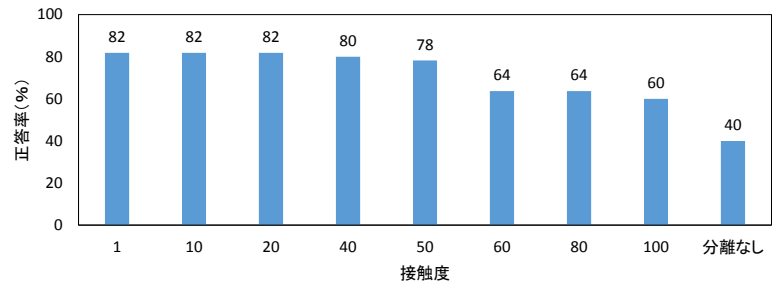


図-4 接触度別正答率

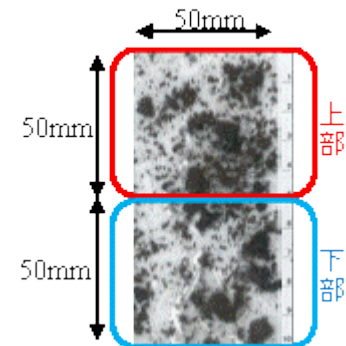


図-5 上部と下部の定義

4. セロテープ試験画像における画像解析範囲の検討

次に実橋梁（Ⅰ，Ⅱ，Ⅲ）のセロテープ試験結果を用いて、画像解析における解析範囲による評点評価の違いを検討する。セロテープ試験によって採取された試料を画像解析面積 50×50mm と 50×100mm でそれぞれ解析し、評点評価を行い、画像解析面積による評点評価の違いを検討する。試料は 50×100mm で採取し、50×50mm 解析では、画像の 0～50mm 区間を上部、50～100mm 区間を下部とする。図-5 に 50×50mm 解析における上部と下部の定義を示す。表-2 に 40・100%評価法による評点評価結果を示す。表-2 より、橋梁Ⅰの Lflg 上左側（L1600）では、50×50mm 解析における上部の評点は 2、下部の評点は 3、50×100mm 解析の評点は 3 であった。このように、解析面積によって評点が異なったものは、30 試料中 7 試料であった。当初、採取したさびの偏在により、評価結果が大きく異なると予想されたが、解析範囲による差は小さい。通常、セロテープ試験では 50×100mm 程度の範囲を採取するものと考えられるが、ワッペン試験片を想定した 50×50mm での評価も可能であることが明らかとなった。

5. 結論

本研究では、画像解析によるセロテープ試験の定量的評価の手法を検討した。さび粒子の分離および解析範囲についての検討結果より、画像解析による定量的評価の信頼性が向上できたと考える。

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.
- 2) 旭化成エンジニアリング 画像解析ソフト A 像くん：取扱説明書 3-5-9～3-5-10

表-2 評点評価結果

	測定部位	桁端からの距離	50×50		50×100
			上部	下部	
Ⅰ	Web 左側(内側)	L1500	2	2	2
		L1600	2	2	2
	Lflg 上左側(内側)	L1500	2	2	2
		L1600	2	3	3
	Lflg 下面	L1500	2	2	2
		L1600	3	3	3
	Web 右側(外側)	L1500	4	4	4
		L1600	4	4	4
Ⅱ	Web 左側(内側)	L1500	4	4	4
		L1600	4	4	4
	Lflg 上左側(外側)	L1500	4	4	4
		L1600	4	4	4
	Web 右側(外側)	L1800	2	2	2
		L1900	3	2	2
	Lflg 上左側(内側)	L1800	2	2	2
		L1900	2	3	2
Ⅲ	Lflg 下面	L1800	3	3	3
		L1900	3	2	2
	Web 右側(外側)	L1800	4	4	4
		L1900	4	4	4
	Lflg 上右側(外側)	L1800	3	3	3
		L1900	3	3	3
	Web 左側(内側)	L1500	2	2	2
		L1600	2	2	2
Ⅳ	Lflg 上左側(内側)	L1500	3	2	2
		L1600	2	2	2
	Lflg 下面	L1500	2	3	2
		L1600	2	3	2
	Web 右側(外側)	L1500	3	3	3
		L1600	3	3	3
	Lflg 上右側(外側)	L1500	2	2	2
		L1600	3	3	3