

耐候性鋼材上のさび評価法に関する一考察

山口大学大学院 学生会員○松尾弘樹

山口大学大学院 正 会 員 麻生稔彦

1. 序論

耐候性鋼材は長期使用のために定期的なさび性状の評価が必要となる。さび評価の主たる方法であるさび外観評価は目視による評価であり、評価者の経験により評価に差が生じることが懸念されるため、様々な定量的な評価法が提案されている。しかし、各評価法について比較による評価精度の検討は行われていない。そこで本研究では、現在提案されている耐候性鋼材のさび評価法について、比較検討をする。

2. さび性状の評価方法

2.1 セロファンテープ試験に画像処理を適用する方法

セロファンテープ試験は、表-1 に示すさび外観評点により目視で評価されるが、評価者によって評価に差が生じることが危惧されるため、セロファンテープ試験試料に画像処理を適用し評価する方法が提案されている。本検討では、さび粒子の最小径の最大値と分散による評価法¹⁾(以下、評価法 1)と、粒子解析結果から作成される粒径加積曲線による評価法²⁾(以下、評価法 2)の 2 つを用いる。ここで、最小径とは、粒子の最大径に対する垂直方向長さ、最小径の分散とは最小径の平均値からの分散であり、評価法 1 では、表-2 に示す基準により評価する。粒径加積曲線は図-2 に示すような、横軸にさび粒子の面積を同じ面積の円に置き換えた時の円の直径である円相当径、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り、評価法 2 では表-3 に示す基準により評価する。なお、本研究では、セロファンテープ試験の技術者による目視評価結果を「技術者評点」、画像処理を適用する評価を「画像処理評点」とする。

2.2 I 評点評価法

本検討では客観的な指標として I 評点評価法を用いる。I 評点評価法とは、鋼材表面のさび厚とイオン透過抵抗値を計測し、図-3 に示す分類図を用いて、6 段階で評価する方法であり、定量的な評価が可能である。

3. 評価結果の比較

実橋梁 6 橋のセロファンテープ試験³² 試料を用い、技術者評点と画像処理評点の比較を行う。また、さび厚とイオン透過抵抗値の両者が測定されている実橋梁 13 橋のセロファンテープ試験¹²⁶ 試料により、I 評点評価と技術者評点、画像処理評点の比較をそれぞれ行う。

表-1 さび外観評点

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

表-2 評価法 1 の評価基準

	最大値	分散	最小径4mm以上の存在
評点4以上	9mm未満	2mm ² 未満	4mm以上の粒子がない
評点3			10mmまでの粒子が複数個
評点2以下	9mm以上	2mm ² 以上	20mm以上の粒子が1つ以上

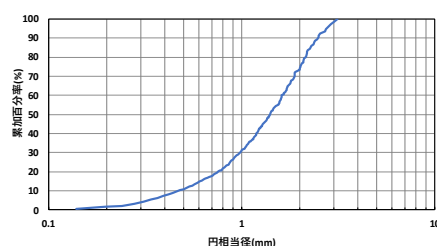


図-2 粒径加積曲線の例

表-3 評価法 2 の評価基準

	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	
評点3	2mm以上4mm未満	4mm以上7mm未満
評点2	4mm以上	7mm以上

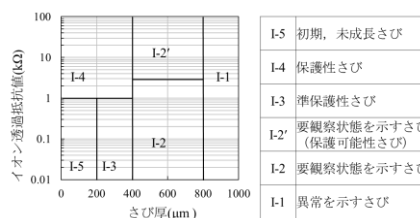


図-3 I 評点評価法の分類図

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 TEL0836-85-9323

3.1 技術者評価と画像処理評価の比較

表-4 に、実橋梁 6 橋のセロファンテープ試験 32 試料における技術者評点と評価法毎の画像処理評点の一致率を示す。表-4 より、技術者評点と評価法 1 による画像処理評点の一致率は、評点 4 以上、評点 3 はそれぞれ 29.2%、37.5%であるが、評点 2 以下は 60%と前者より比較的高くなっている。また、技術者評点と評価法 2 による画像処理評点の一致率は、評点 4 以上が 87.5%であり、評点 3、評点 2 以下は全試料で技術者評点と一致したため、今回使用した試料では、評価法 2 の方が評価法 1 よりも技術者に近い評価が得られた。しかし、技術者評点 4 以上の試料が多く、試料に偏りがあるため、今後、試料数を増やして考察することが必要である。

3.2 I 評点との比較

表-5 に、I 評点評価を行った実橋梁 13 橋のセロファンテープ試験 126 試料における I 評点と技術者評点の比較を示す。表-5 より、I 評点と技術者評点の一致率が I-4 以上、I-2 以下ではそれぞれ 77.5%、78.7%であるが、I-3 は一致率が 25.0%と低い。技術者評点 4 以上の評価割合が 62.5%であり I-3 の一致率より高いことから、さび外観評点 3 と 4 は、技術者でも判断し難いと推測される。表-6 に、I 評点と評価法 1 による画像処理評点の比較を示す。表-6 より、I 評点に対して低い画像処理評点の割合が高いため、評価法 1 は安全側評価されやすい評価法であると考ええる。表-7 に、I 評点と評価法 2 による画像処理評点の比較を示す。I-4 以上と I-2 以下の一致率がそれぞれ 81.7%、85.1%と高く、I-3 の試料を画像処理評点 4 と評価した割合も 87.5%と高いため、I 評点と技術者評点の比較結果と類似しており、評価法 2 が評価法 1 よりも技術者に近い評価となっている。表-8 に、I 評点と技術者評点、評価法 1、2 による画像処理評点の全体一致率を示す。表-8 より、I 評点との一致率は、評価法 2 の方が評価法 1 よりも高いため、評価法 2 が評価法 1 より定量的な評価が可能であると考えられる。しかし、評価法 2 においても、28 試料の不一致試料が存在したため、評価のばらつきが懸念される。

表-7 において評点が不一致であった試料の不一致理由を考察する。写真-1 に、技術者評点 3、I 評点 2 以下、画像処理評点 4 と評価された部材の測定範囲とセロファンテープ試験スキャン画像を示す。この部材表面において、さび厚とイオン透過抵抗値は写真下部の腐食部で行ったが、セロファンテープ試験は腐食部周辺の健全部で行ったため、評価に差が生じたと考える。

4. 結論

耐候性鋼材のさび性状評価は、技術者による目視評価や各定量的な評価法のいずれにおいても、評価にばらつきがあることを考慮した上で、実施する必要がある。

参考文献

- 1) 森田千尋，梅崎俊樹，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 A，Vol.61A，p. 429-438，2015。
- 2) 時枝祐仁，田島啓司，麻生稔彦，中村保則，坂本一雄：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，第 74 回土木学会全国大会，I-391，2019

表-4 評価法毎の技術者評点と画像処理評点の一致率

	評点4以上	評点3	評点2以下	全体一致率
評価法 1	29.2% (7/24)	37.5% (2/3)	60.0% (3/5)	37.5% (12/32)
評価法 2	87.5% (21/24)	100% (3/3)	100% (5/5)	90.6% (29/32)

表-5 I 評点と技術者評点の比較

		技術者評点		
		評点4以上	評点3	評点2以下
I 評点	I-4以上	77.5%(55/71)	21.1%(15/71)	1.4%(1/71)
	I-3	62.5%(5/8)	25.0%(2/8)	12.5%(1/8)
	I-2'以下	2.1%(1/47)	19.1%(9/47)	78.7%(37/47)

表-6 I 評点と評価法 1 による画像処理評点の比較

		画像処理評点		
		評点4	評点3	評点2
I 評点	I-4以上	81.7%(58/71)	16.9%(12/71)	1.4%(1/71)
	I-3	87.5%(7/8)	0%(0/8)	12.5%(1/8)
	I-2'以下	6.4%(3/47)	8.5%(4/47)	85.1%(40/47)

表-7 I 評点と評価法 2 による画像処理評点の比較

		画像処理評点		
		評点4以上	評点3	評点2以下
I 評点	I-4以上	35.2%(25/71)	47.9%(34/71)	16.9%(12/71)
	I-3	12.5%(1/8)	37.5%(3/8)	50.0%(4/8)
	I-2'以下	4.3%(2/47)	4.3%(2/47)	91.5%(43/47)

表-8 各評価法の比較の全体一致率

	技術者評点	評価法1	評価法2
I 評点	74.6%(94/126)	56.3%(71/126)	77.8%(98/126)



写真-1 測定範囲(左)とスキャン画像(右)