

腐食表面形状に注目した耐候性鋼材の錆び状態評価の試み

広島大学 学生会員 ○石川博
広島大学大学院 正会員 藤井堅
広島大学大学院 フェロー会員 中村秀治

1. 背景と目的

耐候性鋼材を使用した耐候性橋梁は、無塗装で使用でき、ミニマムメンテナンスを実現する鋼橋として、益々増加傾向にある。耐候性鋼材は、表面に緻密なさび層を形成してはじめて防食性能が発揮されるが、架設位置の自然環境や防水機能の低下などにより好ましくないさびが発生して、防食性能が十分に発揮されない場合もある。そのため、定期的な点検・調査により、さびの状態が評価されるが、現在の調査概要評価は点検者の判断によるところが大きく、ばらつきが大きい。そこで、本研究では耐候性鋼材のさび除去後の表面凹凸形状に注目して、耐候性鋼材のさび状態が評価できるか否かを検討する。

2. 検討内容

耐候性鋼材の表面に付着しているさびを除去し、表面形状を型取ったレプリカ (Photo1)を用いて検討する。このレプリカは、歯科医院で歯の型取りを行うときに使用される材料を用いている。型取りの範囲は50mm×50mmであり、型取り方法は、耐候性鋼材表面のさびをワイヤーブラシやグラインダーで取り除き、型取ったものである。外観レベル別サンプル数を Table1 に示す。

レプリカの凹凸は、3次元座標計測器(Photo2)を用いて、1つのサンプルに対して5mm間隔おきに縦方向・横方向に5測線ずつ計10測線を50mmにわたり測定し、測定間隔0.049mmで1024点測定した。

計測で得られた結果により、さび外観レベルごとにどのような表面形状に違いがあるかを標準偏差の値を用いて評価することを試みる。このとき、3次元座標計測器により得られた断面形状結果は、サンプル等の傾きにより傾いて計測される。したがって、これを補正するために、表面の座標は、最小二乗法を用いて基準線に対する座標に変換した。



Photo1 耐候性鋼材サンプル



Photo2 3次元座標計測器

Table1 外観レベル別サンプル数

外観レベル	1	2-	2	2+	3-	3	4	5
サンプル数	0	1	8	3	2	6	0	0

3. 測定結果

さびを除去した後の測線に沿う凹凸座標を、外観レベルごとに Fig.1 に示す。除去したさびの厚さを測定すると、外観レベル 2- では、浮きさびの厚さが 3.1mm 程度あり、その他の外観レベルでは、浮きさびの厚さが 0.5～1.5mm 程度であった。Fig.1 の断面形状を見てわかるように、浮きさびの厚みに関係してさび除去後の表面形状が決定されているように見える。

次に、各耐候性鋼材サンプルの断面形状より腐食深の標準偏差を求めた結果を Fig.2 に示す。Fig.2 は、各耐候性鋼材サンプルにつき 1 測線 1024 点を 10 測線ずつ計測し、測線ごとに標準偏差を計算した結果である。したがって、1 つのサンプルで 10 個の標準偏差データを示している。Fig.1 から、外観レベル 2- だけが表面形状の凹凸が大きく、その他の外観レベルは表面形状にあまり違いが見られない。その結果、外観レベル 2- 以外のレベルでは、腐食深の標準偏差が集中的に 0.05～0.1mm の範囲に分布している。各外観レベルで標準偏差の平均値を比較すると外観レベル 3- を除き若干ではあるが外観レベルが良くなるにつれ標準偏差が小さくなる傾向がある。各外観レベルの標準偏差の平均値は、2- :0.163mm, 2 :0.079mm, 2+ :0.073mm, 3- :0.073mm, 3 :0.071mm となった。

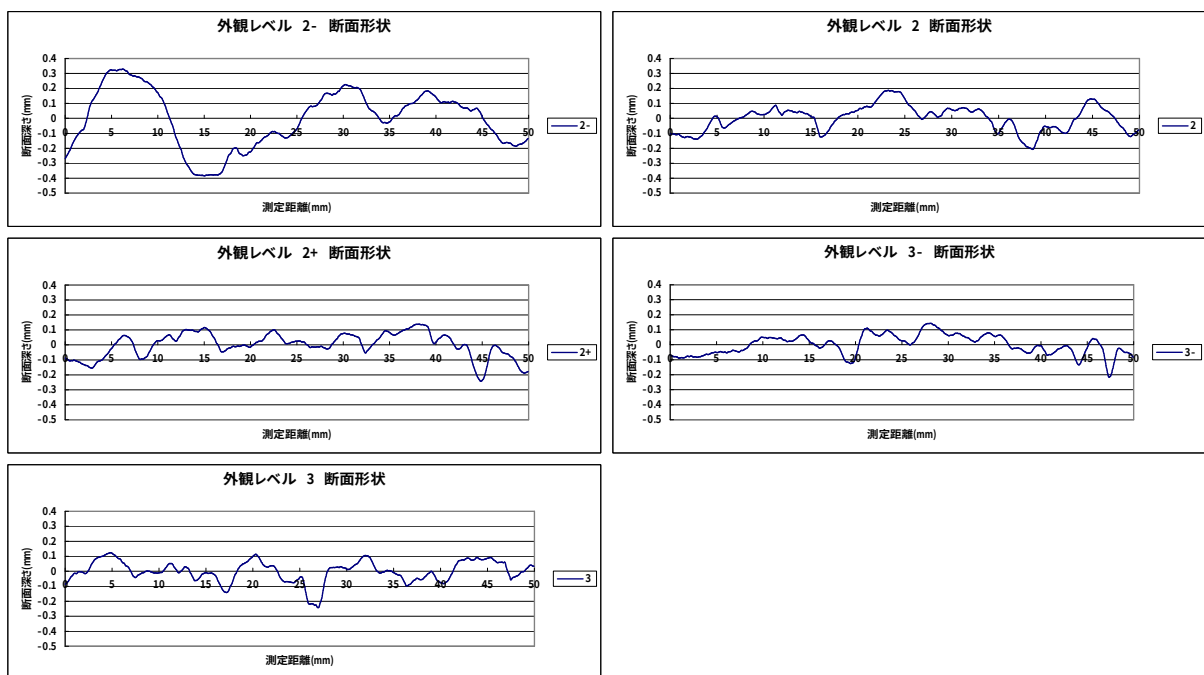


Fig.1 外観レベル別断面形状

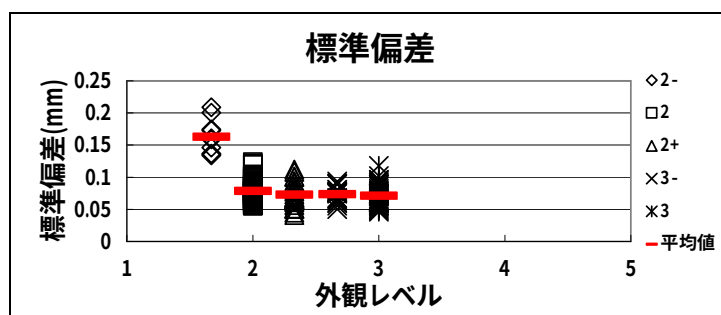


Fig.2 各耐候性鋼材サンプルの腐食深標準偏差

4. さび状態評価

外観レベル 2-の評価基準は、標準偏差 0.134～0.209mm の範囲にあれば外観レベル 2-と判断して良いと思われる。しかし、外観レベル 2～3 は、Fig.2 に示すように分布形状が類似しており、外観レベル 2 と 3 の判断は、難しいことがわかる。本研究では、外観レベル 2 と 3 の評価区別を Fig.3 のように設定することを提案する。すなわち、Fig.3 は、1 サンプルで得られた標準偏差(10 測線の標準偏差)を外観レベル 2～3 の各サンプルにおいて平均したものであるが、標準偏差 0.075mm を外観レベル 2 と 3 の線引きの値とする。このようにすると、目視で判断された外観レベル評価が変わってしまうものがある。例えば、外観レベル 3 と判断される耐候性鋼材サンプルでも外観レベル 2 と評価されるサンプルが 2 つある。実際のさびがどのようなであったかの判断は明らかではないが、実際の目視判断においても外観レベル 2 と 3 の評価は現在のところ難しい判断とされているようである。

Table2 標準偏差分布範囲

外観レベル	標準偏差(mm)	
	最小値	最大値
2-	0.134	0.209
2	0.055	0.123
2+	0.041	0.112
3-	0.050	0.093
3	0.046	0.118

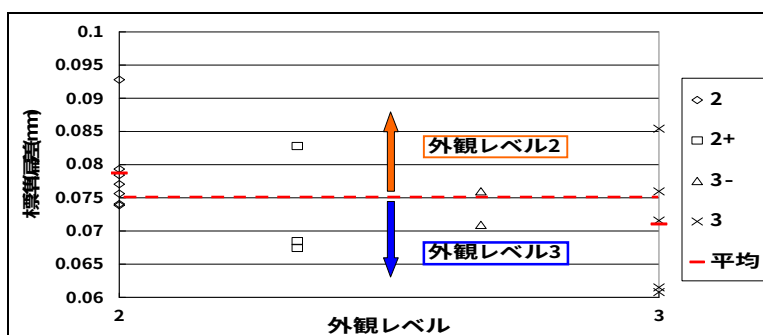


Fig.3 サンプルごとの標準偏差平均値

5. まとめ

本研究では、耐候性鋼材のさび除去後の表面凹凸形状(地金)を 3 次元計測器により計測し、外観レベル別の特徴を発見することにより耐候性鋼材のさび状態評価を行うことを試みた。耐候性鋼材表面の付着さび除去後の表面形状での評価は新しい試みであるが、外観レベルと表面形状には一定の相関がある。

各耐候性鋼材サンプル(付着さび除去後)の断面形状より腐食深の標準偏差を求めたが、外観レベルが良くなるにつれて、その値が小さくなる傾向がある。したがって、付着さび除去後の表面形状により耐候性鋼材のさび状態を評価できる可能性を示すことができた。

本研究では、サンプル数が 20 で数的に少ないので、今後さらに種々の測定結果を蓄積して、評価できるかどうかを検討していきたい。

6. 参考資料

- (1) 後藤悟史：腐食要因分析とさび画像解析に基づく耐候性鋼橋梁の合理的維持管理手法に関する研究，山口大学院理工学研究科，2007,9
- (2) 山本治：腐食進展にともなう鋼構造物の保有性能の低下予測，広島大学工学部，修士論文，2006