

耐候性鋼材におけるさび厚さの経時変化に関する検討

山口大学大学院 学生会員 ○倉田展浩 正会員 麻生稔彦

1. はじめに

無塗装橋梁として用いられている耐候性鋼材は緻密な保護性さびを形成することにより塗装費が縮減でき、近年その使用実績は増加している。耐候性鋼材の使用にあたっては、橋の供用中における腐食減耗量の推定が必要である。しかし、腐食減耗量の推定はワッペン試験等の試験を行い、1年以上の期間が必要となる。そのため、腐食減耗量を腐食生成物であるさび厚から推定できれば、耐候性鋼材を合理的に維持管理する上で重要な資料を提供することが可能となる。本検討では、さび厚から腐食減耗量を推定する方法の確立を目指し、さび厚の経時変化を明らかにするとともに、さび厚の予測式の構築を目的とする。

2. 使用データおよび解析方法

本検討では、山口大学において曝露実験に使用されている140枚の耐候性鋼材の試験片を用いる。まず、これらの試験片の曝露日数とさび厚の関係について、べき乗、二次関数、ルートおよびロジスティックによる近似を試みた。その結果、式(1)のべき乗での近似がさびの経時変化を最も良く表現できると考え、以下では、式(1)の関数を用いることとする。

$$Y = AX^B \quad (1)$$

ここで、Y:さび厚 X:曝露日数

A, B:定数

式(1)により140枚の鋼材におけるさび厚の経時変化を近似した結果、さび厚の経時変化は図-1に示す4種類に大別できることが明らかとなった。図-1において、一般型は曝露日数の経過に伴いさび厚が増大するものであり、直線型はさび厚の増大が直線的であるもののさび厚自体は薄いものである。一方、二段階型は曝露期間の途中において急激にさび厚

が増大するものであり、その他は主として曝露期間中に剥離が生じ急激にさび厚が減少するものである。140枚の鋼材について、類型別の割合を図-2に示す。多くが一般型あるいは直線型であり、本研究では、これら一般型と直線型およびその他に分類される鋼材の剥離までの期間を対象とする。また、そのうち表面処理を施した鋼材も除いた77枚を以下の検討に使用する。77枚の鋼材について式(1)での近似を行い、それぞれ

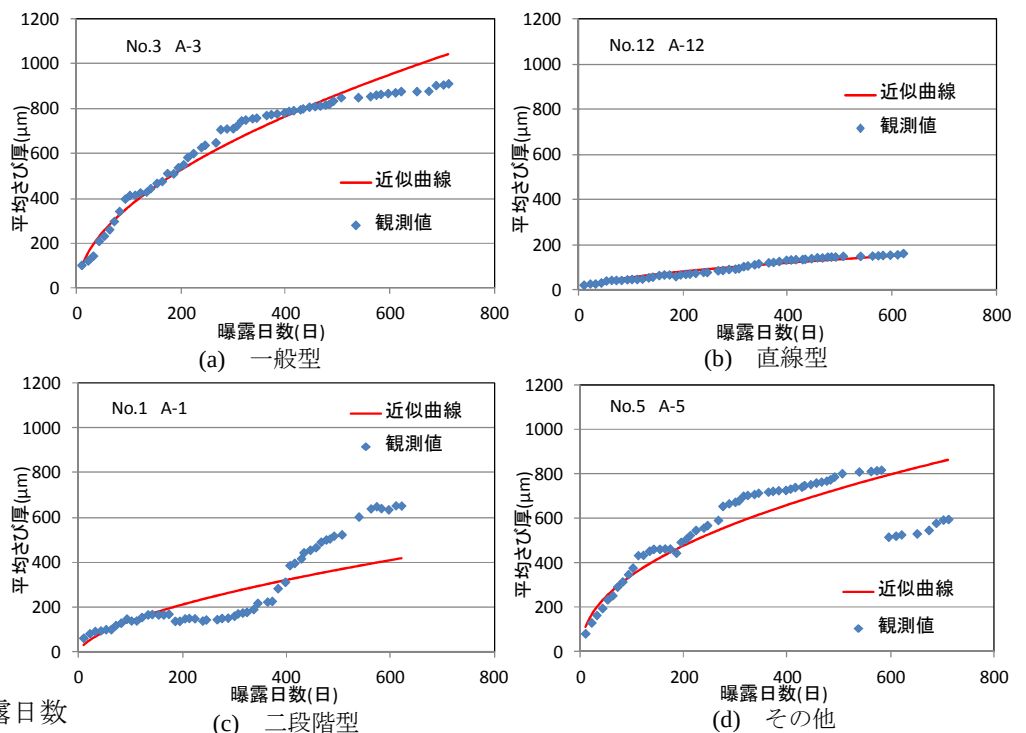


図-1 平均さび厚と曝露日数の関係

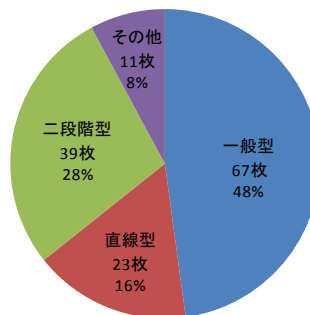


図-2 類型化した割合

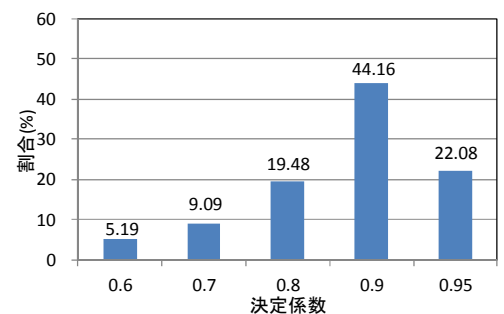


図-3 決定係数別割合

算出した決定係数別の割合を図 - 3 に示す。近似による決定係数が 0.8 以上となる割合は全体の 85.7% となり、今回対象としている鋼材についてはさびの経時変化を良く近似できていると考えられる。式(1)の定数 A と定数 B の相関関係を図 - 4 に示す。この図より、定数 B は定数 A の関数として表現することが可能ではないかと考える。そのため、さび厚の経時変化の推定にあたっては、定数 A が推定できればよいこととなる。

3. 定数 A の推定

定数 A を推定するため、数量化理論 I 類を適用する。数量化理論 I 類において、 A を目的変数、塩水濃度、噴霧頻度、曝露環境、曝露方向、最大さび厚、剥離の有無、処理、気温、湿度を説明変数(アイテム)とした。

表 - 1 にアイテムの組合せおよび解析結果を示す。ここで、的中率とは推定に得られた A と実際の A との差が 10% 以内のものの割合である。重相関係数と自由度調整済決定係数においては良い結果であるが、的中率においては精度が良くなかった。

そのため、 B の下限と上限に着目する。さびの生成は種々の環境因子が複雑に影響するため、さび厚の生成過程にはある程度の幅があると推測される。また、さび生成の上限値を推定することで、安全側の腐食予測となりうる。ここでは、アイテムとして塩水濃度、噴霧頻度、暴露環境、曝露方向、気温、湿度の 6 データ

を用いることとした。図 - 5 に数量化理論 I 類により求められたアイテムレンジを上限と下限についてそれぞれ示す。上限はさびの生成速度が速い場合であり、塩水濃度、噴霧頻度および気温が大きく関係していることが明らかとなった。一方、下限はさびの生成が遅い場合であり、塩水濃度以外に突出したアイテムを見出すことは困難である。図 - 6 に、以上により推定したさびの経時変化の例を示す。この例では、観測値と良く一致していることがわかる。

4. おわりに

本検討により、さび厚の経時変化は 4 種類に大別できた。また、一般的なさび厚の経時変化は数量化理論 I 類を用いた多変量解析により推定できる可能性を見出した。

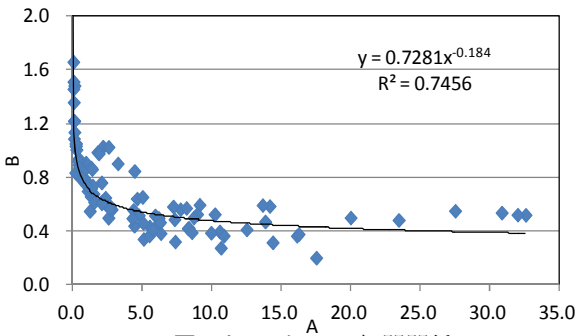


図 - 4 A と B の相関関係

表 - 1 数量化理論 I 類による解析結果

	組合せ																
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
塩水濃度	○	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○
噴霧頻度	○	○	○	○	○	○	○	○		○		○	○	○	○	○	○
曝露環境	○	○	○	○			○				○	○	○	○	○	○	○
曝露方向	○		○	○		○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○
最大さび厚	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○			○	○	○
剥離の有無	○					○		○	○	○	○	○	○		○	○	○
処理	○					○				○	○	○	○	○			○
気温(30℃以上の日数)	○	○	○	○	○					○	○	○	○	○	○		○
湿度(80%以上の日数)	○	○	○	○	○					○	○	○	○	○	○	○	○

	組合せ							
	0	1	2	3	4	5	6	7
重相関係数	0.914	0.875	0.887	0.834	0.861	0.867	0.857	0.866
自由度調整済決定係数	0.813	0.746	0.766	0.67	0.724	0.726	0.717	0.729
的中率(%)	18.2	15.6	16.9	7.8	9.1	14.3	11.7	11.7

	組合せ								
	8	9	10	11	12	13	14	15	16
重相関係数	0.909	0.881	0.896	0.899	0.854	0.904	0.896	0.868	0.884
自由度調整済決定係数	0.807	0.751	0.779	0.787	0.699	0.797	0.78	0.725	0.757
的中率(%)	20.8	11.7	15.6	16.9	11.7	16.9	18.2	16.9	13.0

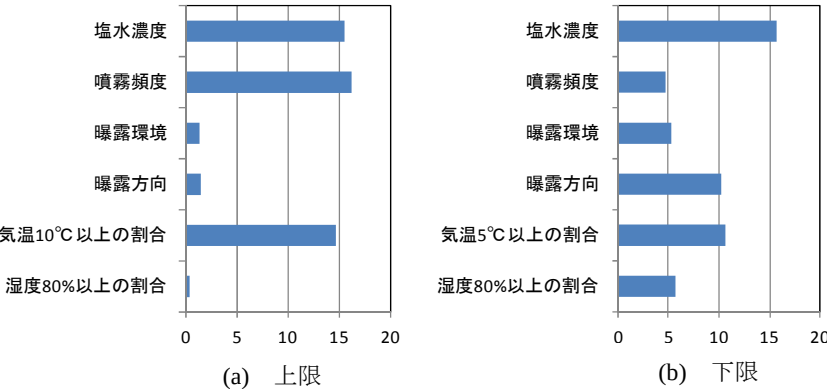


図 - 5 上限と下限のアイテムレンジ

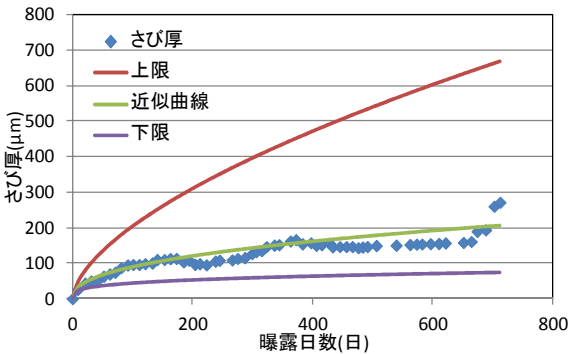


図 - 6 推定値と実測値の比較