

鋼橋梁における腐食減耗量の予測と LCC Corrosion prediction and LCC for steel bridges

○石故有生也*, 柴田俊文*, 大屋 誠**, 武邊勝道**, 広瀬 望**

Yukiya Ishiko, Toshifumi Shibata, Makoto Ohya, Masamichi Takebe and Nozomu Hirose

1. はじめに

橋梁を始めとするインフラの整備は戦後の経済発展とともに急速に行われてきた。そのため、将来的に大量の橋梁の補修や取替えの実施が予想され、計画的な維持管理が必要となる。本論文では橋梁の腐食を対象とし、維持管理に生じる費用の算出と補修時期の予測を行う。腐食減耗量の算定には粒子フィルタを用い、測定された腐食減耗量・さび厚より、腐食減耗量の予測式に用いられているパラメータを同定する。そして、その同定値を用いることで腐食減耗量の予測を行い、対象橋梁の耐用年数に関し補修時期と補修回数、補修費用を算出することで、対象橋梁のライフサイクルコスト (LCC) を求めることを目的とする。

2. 橋梁の腐食予測式

一般に橋梁の耐用年数の目標は 50 年または 100 年であり、それぞれ 0.3mm, 0.5mm の腐食減耗量を基準として補修を行う¹⁾。腐食減耗量の測定データを有していない部位についてはさび厚より腐食減耗量への変換を行う。腐食減耗量の予測式とさび厚からの変換式は次式で表される。

$$Y = AX^B \tag{1}$$

$$B = -4611.3A^3 + 769.19A^2 - 32.421A + 1.0109 \tag{2}$$

$$Y = 6 \times 10^{-10} h^3 - 7 \times 10^{-8} h^2 + 0.0003h \tag{3}$$

ここで、 Y : X 年目の腐食減耗量 (mm), X : 経過年数 (年), A, B : パラメータ, h : X 年間のさび厚 (μm), である。本論文では対象橋梁の 28 年間のさび厚データを式(3)より腐食減耗量に変換し、式(1)および式(2)を用いて粒子作成時のパラメータ設定の基準とする。粒子の分散範囲は基準とするパラメータの A は 100%, B は 26.3%の偏差を用いる。これは、41 橋のパラメータの変動係数より決定している。

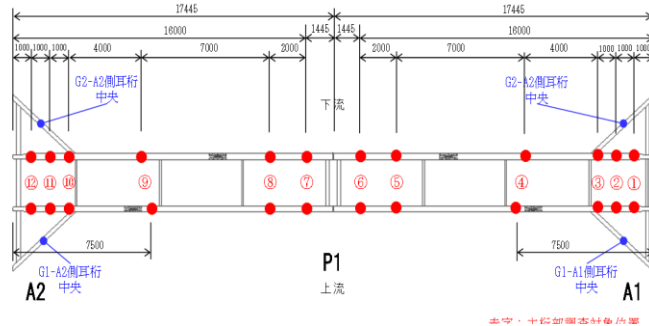


Fig. 1 さび厚の観測点 (鋼桁)
Observation points of corrosion thickness losses

Table 1 観測値および入力値
Measured data and input parameters

さび厚	1500 μm	600 μm
腐食減耗量(mm)	2.3175	0.2844
Aの初期設定値	0.0872	0.0356
Aの偏差	0.0872	0.0356
Bの初期設定値	0.975	0.624
Bの偏差	0.256	0.164

*岡山大学大学院 環境生命科学研究所, Graduate School of Environmental and Life Science, Okayama University

**松江工業高等専門学校, Matsue College of Technology

キーワード: LCC, 粒子フィルタ, 腐食減耗量

3. 解析方法²⁾

前述した設定範囲のパラメータ A , B の粒子に基づき、粒子フィルタ (SIS) を用いて各粒子の重みを算出する。Table 1 に解析の設定値を示す。重み付き平均を同定値とし、その値により腐食減耗量の将来予測を行い耐用年数における腐食減耗量が補修基準を超える回数および間隔を予測する。各粒子で、予測腐食減耗量が補修基準を超えるものより超過確率を求め、維持管理費を算出している。維持管理費は、塗装単価と補修面積、耐用年数内の補修回数、補修の生起確率の積より求める。ただし、超過確率については、2 ケースの超過確率を用いる。ケース 1 が、耐用年数である 100 年間または 50 年間で腐食減耗量が基準値を超える場合の超過確率、ケース 2 が、腐食減耗量が基準値を超え、補修が必要と判断される度に腐食減耗量を 0 (すなわち、補修したため腐食減耗量が確認できない状態) とする場合の超過確率である。LCC は式(4)で算出される。

$$LCC = C_i + P_m C_m \quad (4)$$

ここに、 C_i : 橋梁の初期建設、 P_m : 維持管理費用の生起確率、 C_m : 維持管理費用、である。維持管理費用は防食としての塗装の塗り替えを考え、実際の塗装単価を参考に塗装費用は 10,000 円/㎡とし³⁾、Fig. 1 の補修面積と塗装単価、補修回数、超過確率の積より維持管理費用を算定する。

4. 解析結果

対象橋梁のさび厚の測定部位は 140 箇所ありその分布範囲は 40~1500 μm, 58 種のさび厚データが存在する。測定部位の詳細は Fig. 1 に示す。Fig. 2 に 58 種のさび厚を腐食減耗量に変換し予測を行ったものの内、代表的な 5 種類の腐食減耗量の予測を、Table 2 に耐用年数ごとの維持管理費を示す。耐用年数 100 年の基準より補修する方が、経済的に有益であることが示唆される。

5. まとめ

対象橋梁のさび厚の測定データを腐食減耗量へ変換し、将来的な腐食減耗量の予測を粒子フィルタにより求めた。解析結果より、測定部位ごとに腐食減耗量の予測値と補修時期を求めることができた。さらに、橋梁全体の維持管理に必要な費用を示した。

参考文献

- 1) 社団法人日本鋼構造協会, 耐候性鋼橋梁の可能性と新しい技術, 2006.
- 2) 珠玖隆行, 西村伸一, 村上 章, 西村有希, 藤澤和謙, データ同化に基づいた信頼性解析法による土構造物の性能照査, 地盤工学ジャーナル, Vol.6, No. 3, pp.415-42, 2011.
- 3) 松崎靖彦, 麻生稔彦, 大屋誠, 耐候性鋼橋梁と他の防食方法を用いた場合の鋼橋 LCC のケーススタディ, 土木構造・材料論文集, 第 23 号, 2007.

Table 2 解析結果
Analysis results

耐用年数(年)	100	50
基準腐食減耗量(mm)	0.5	0.3
塗装単価(円)	10,000	
目補修費用(円) (ケース 1)	12,729,814	9,916,772
目補修費用(円) (ケース 2)	6,469,022	5,965,419

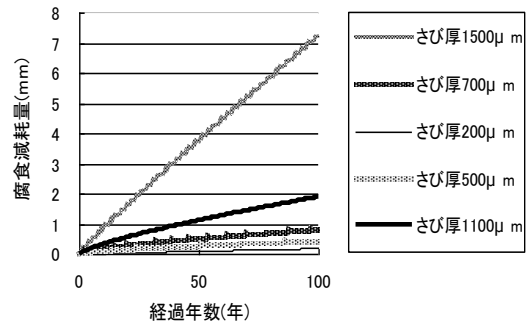


Fig. 2 観測部位における腐食減耗量の予測
Corrosion prediction at each observation point