

大阪大学大学院 学生会員 ○福村 友宏 大阪大学大学院 正会員 大西 弘志
大阪大学大学院 フェロー 松井 繁之 高田機工株式会社 正会員 有馬 博人

1. はじめに

橋梁に発生するさまざまな劣化損傷のうち、主要なものの一つに腐食が挙げられる¹⁾が、鋼材の腐食の対策として塗装を施すことが一般的である。実際に行われている維持管理手法では目視による点検によって現在の劣化損傷状態を把握し、その結果によって補修箇所を選定している。ここで留意すべき点は、塗膜の劣化速度はその部材の置かれている環境によって大きな影響を受けることである。ゆえに橋梁の維持管理を合理的に行うには、点検時での劣化状態を評価するだけでなく、塗装箇所が置かれている環境を考慮し、将来の塗膜状態を予測することが重要である。

そこで本研究では、調査結果から各部位毎の劣化曲線を算出し、将来の劣化状態を予測して複数の橋梁に対し補修箇所を選定するシステムの構築を試みた。

2. 歩道橋の調査目的と調査方法

塗膜の将来の劣化状態を予測するためには、多くの劣化状態を実際に橋梁を調査する必要があるが、本研究では歩道橋を調査の対象とした。その利点として以下の点が挙げられる。

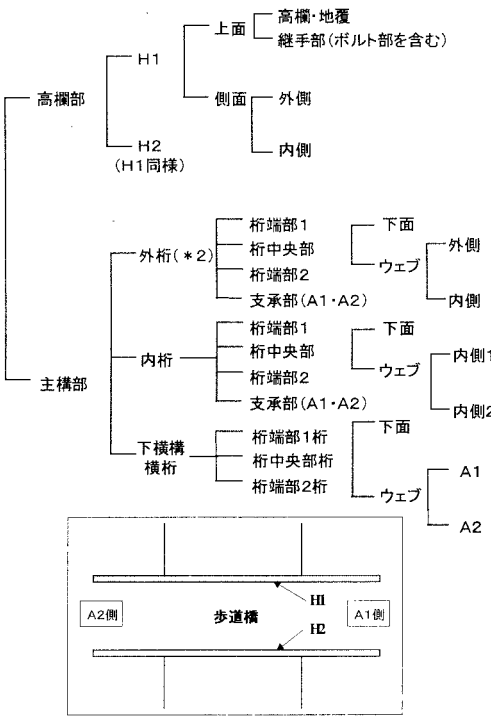
- ①塗膜の状態を判別できるほど接近できる。
- ②構造物としての規模が小さいため、部位毎の劣化の特徴を捕らえやすい。
- ③同一環境下に多数存在するため、ほぼ環境条件を統一して考えることが出来る。

そして今回の調査の対象としている歩道橋に対し、以下のような調査方法を用いた。

マグネットシート（外枠 10 cm * 10 cm、内枠 5 cm * 5 cm）を高欄部の各部位につき比較的劣化のひどい 5ヶ所に貼り付け、目視する範囲を決定して評価した。そしてこの 5つの評価の平均をその部位の劣化評価とした。

主桁部の各部位については各部位につき 3箇所（両材端部と中央部）を目視評価し、その平均をその部位の劣化評価値とし採用している。

今回は国道 171 号線（高槻市—西宮市間）の歩道橋 40 橋を対象に目視調査を行った。評価対象部位と劣化判定の基準をそれぞれ図—1 と表—1 に示す。評価基準は各管理機関の点検方法を参考にしている。この目視調査の結果を塗装年数・使用塗装の種類、各部位の劣化評価、橋梁の架設方向が得られた。



図—1 部位の分類図

表—1 評価基準

評価値	各劣化状態
0	ほとんど損傷が認められない状態(面積率0~0.1%未満)
1	部分的に損傷が認められる状態(0.1~1%未満)
2	明らかに損傷が認められる状態(1~5%未満)
3	ほぼ全面に損傷している状態(5%以上)

3. 劣化曲線の算定

判定結果について生物の成長曲線であるロジスティック曲線²⁾式(1)を用いて、最小二乗法で近似を試みた。この曲線は増加関数であり、劣化の進展が不可逆現象である性質を含んでいる。

$$y(t) = \frac{k}{1 + m \cdot \exp(-\alpha t)} + d \tag{1}$$

ここで、

y(t) : 時間 t における評価値

k、m、α、d : 劣化曲線の係数

しかし、評価値 y(t) には最大値(= 3)が存在し、経年が 0 年では劣化はまだ発生していないので、式(1)を次式(2)の形に設定する。

$$y(t) = \frac{k}{1 + \frac{3}{(k-3)} \cdot \exp(-\alpha t)} - \frac{k}{1 + \frac{3}{(k-3)}} \tag{2}$$

式(2)中の k と α を変化させて、判定結果との差の二乗が最小となるものを採用し、劣化曲線を求めた(図-2)。

4. 補修箇所選定システムの構築と試行

プログラムを検証するため、サンプルデータとして表-2 のようなケースを設定した。このケースについて、補修箇所を決定する要因として劣化程度か橋梁の重要度かを決定している。

まず、各塗替え単位の 1 年後の劣化程度は、次の表-3 のようになった。この予測値を用いて、橋梁重要度を優先させて補修させるときには、図-3 のような補修箇所が選定された。次に劣化程度を重視して補修させるときには、図-4 のような補修箇所が選定された。以上のことからプログラムが正常に作動していることが検証された。

5. まとめ

- 鋼構造物(歩道橋)の塗膜劣化の実態を調査し、各橋梁の各部位における塗膜劣化のデータを収集した。
- 歩道橋の調査結果を元に、ロジスティック曲線を基本劣化曲線として部位毎の劣化曲線を求めた。
- 劣化曲線で求めた将来の劣化状態から、限られた予算内で塗装の補修箇所を選定できるシステムの構築し、サンプルデータで実証した。

参考文献

- 1) 西川和廣：ライフサイクルコストを最小にするミニマムメンテナンス橋の提案、橋梁と基礎、978 号、pp. 64-72、1997. 8
- 2) 防錆塗膜の寿命予測に関する一つの試み；栗山寛；防錆管理 34、(10) 22 (1990)

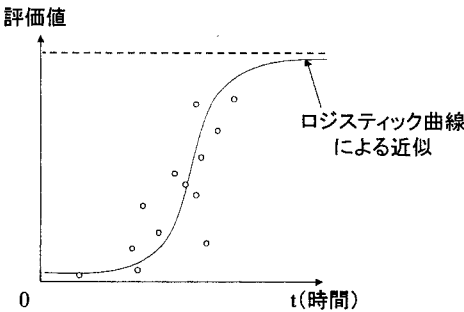


図-2 ロジスティック曲線による同定

表-2 サンプルデータ

	劣化状態			橋梁重要度
	高欄部	主桁部外側	主桁部内部	
橋梁1	0.1	0.1	0.1	5
橋梁2	0.5	0.5	0.5	4
橋梁3	1.0	1.0	1.0	3
橋梁4	1.5	1.5	1.5	2
橋梁5	2.0	2.0	2.0	1
部材重要度	1.0	1.0	1.0	
面積	8.0	4.0	6.0	
単位面積当たりの補修費用	10	10	10	
予算	240			

表-3 将来の劣化状態

	各塗替え単位の劣化状態			橋梁重要度
	高欄部	主桁部外側	主桁部内部	
橋梁1	0.32	0.12	0.11	5
橋梁2	0.72	0.51	0.50	4
橋梁3	1.16	1.00	1.00	3
橋梁4	1.70	1.53	1.58	2
橋梁5	2.07	2.00	2.00	1

図-3 橋梁重要度優先の補修

0.32	0.12	0.11
0.72	0.51	0.50
1.16	1.00	1.00
1.70	1.53	1.58
2.07	2.00	2.00

図-4 劣化程度優先の補修

0.32	0.12	0.11
0.72	0.51	0.50
1.16	1.00	1.00
1.70	1.53	1.58
2.07	2.00	2.00