

大阪大学大学院 学生員 ○有馬 博人
大阪大学工学部 フェロー 松井 繁之
関西大学総合情報学部 正会員 田中 成典

1. はじめに

近年、高度成長期にあたる時期に建設された橋梁について、老朽化と判断せざるを得ない様々な劣化・損傷事例が報告されている。このため、維持管理業務は年々増加することが予想され、また、人員不足、経費増大などの問題により、維持管理業務の効率化が要求されてきている。

一般に、橋梁の維持管理業務のなかで、橋梁の「診断・判定」の部分が最も重要であり、長年経験を積んできた専門技術者の高度な知識が必要とされる。よって将来その専門技術者が不足すると、既存橋梁の維持管理業務に支障を来す可能性が大となる。以上のようなことから、この様な問題に対処する方法として橋梁の維持管理システム(Bridge Management System)に関する研究が盛んに行われ始めている。

そこで本研究では、橋梁の様々な損傷の中でも塗装劣化に着目して、塗装劣化の発生・進展に関与していると思われる環境因子を選出し、ニューラル・ファジィ・ネットワークを用いて、各環境因子の影響度から将来の劣化を予測する手法を提案する。

2. 環境因子の選出

環境因子の一覧を図-1に示す。環境因子の選出にあたっては、橋梁全体に影響を及ぼす特性(全体特性)、部分的に影響を及ぼす特性(構造特性)に分類した。さらに、部分的に影響を及ぼす因子は、対象物自身に関する特性(主構造特性)、対象物周辺に関する特性(二次構造特性)、および、部材の環境特性に分類した。

3. 学習データの作成

学習データを作成するに当たって、供用開始20年経過している、大阪南港に位置するK大橋の箱桁内部の点検結果を使用した。点検結果は変状区分として、「塗装剥離」・「発錆・腐食」・「断面減少」・「変形・破損」・「その他」に分類されており、リブで囲まれた領域毎(パネル)に評価している。

今回のデータは箱桁内部の上下フランジに限定されているため、図-1で示した環境因子の中で比較できるのは、「面方向2」・「伸縮継手の有無」・「ボルト継手の有無」・「上方漏水の有無」・「排水管の有無」、5因子である。

環境因子によって分類した集団に代表値を与えるため、塗装劣化の進行状況を点検結果の変状区分と同じ、「塗装剥離」・「発錆・腐食」・「断面減少」とし、環境因子により分類されたそれぞれの集団において、変状区分毎のパネル数を表-1に示す重みを乗じて平均する

表-1 変状区分の重み	
健全	0
塗装剥離	1
発錆・腐食	3
断面減少	6

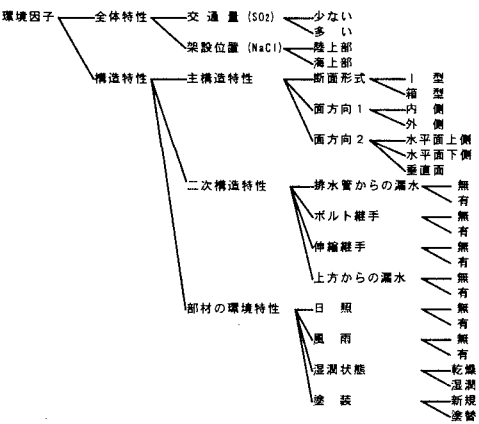


図-1 環境因子の一覧

表-2 K大橋箱桁内部の分類結果

面2	排水	ボルト	伸縮	上方	評価値
上フランジ					0.016
				○	1.580
			○		1.676
	○				0.085
下フランジ					1.962
				○	4.095
			○		5.500
			○	○	5.688
		○			2.513
		○		○	2.722
	○				3.180
	○			○	4.800
	○		○		4.333
	○		○	○	5.143
	○	○			3.657
	○	○		○	4.286

ことにより、その集団の評価値とした。分類結果及び評価値を表－2に示す。

また、点検結果は供用開始20年時のデータしかないので、過去の評価値として、式(1)に示すロジスティック曲線により仮定した。¹⁾

$$f(t)=\frac{k}{1+m\cdot\exp(-at)} \tag{1}$$

ここで、 $f(t)$: 評価値

t : 時間

a, m, k : 係数

5. 学習およびその結果

選ばれた5つの因子及び経過年数を入力値(因子は0－1変数)、その時の評価値を出力値として、ニューラル・ファジィ・ネットワークを用いて5万回学習させた。5万回終了時の評価値と学習によって選ばれた評価値(推定値)との関係を図－2に示す。評価値と推定値は近い値を示しており、システムが妥当な結果を出しているといえる。

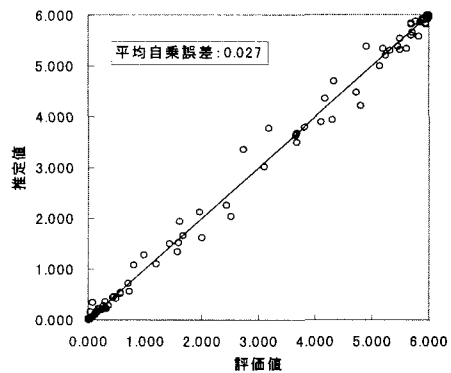
6. 劣化に対する各因子の影響

次に、学習後のシステムを用いて、各因子の影響を2つの方法で検討した。

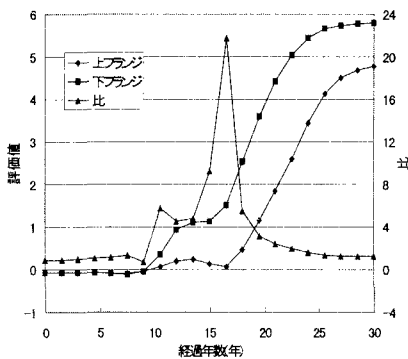
a) 各因子の推定値から求める方法。

b) 感度解析により各因子の影響を求める方法。

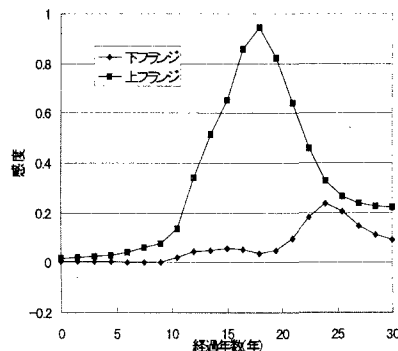
上記のいずれの方法でも、各因子の影響が複雑に関係しているので、容易に求めることができない。そこで、ある因子に関して求めるときは、他の因子の入力値を0.5とすることにし、0.5の値を追加した学習データを作成して再学習させた。a)の方法の結果を図－3に示す。また、b)の方法の結果を図－4に示す



図－2 システムの検証



図－3 面方向2の評価値



図－4 面方向2の感度

紙面の都合上、面方向2(上フランジ、下フランジ)の結果しか載せなかったが、5つの因子の中では、a)、b)の方法とも、劣化進展に影響が大きかったのは面方向2であった。また、面方向2については、経過年数15～20年の時期に劣化の進展が大きいことがわかる。b)の感度解析についてのみ見た場合、上フランジであっても、経過年数20年を越えたあたりから劣化は進行するということが推察できる。

7. あとがき

本研究を遂行するにあたり、点検資料を提供して頂いた港湾維持管理委員会の皆様に、紙面を借りて謝意を表します。

参考文献 1) 栗山 寛：防錆塗装の寿命予測に関する一つの試み、防錆管理、34 [5]、pp. 182-186 (1990)