

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ので、環境因子としては、「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」のみ使用した。「上方漏水の有無」については、下フランジに対して、上フランジの塗装劣化・主塔部・ケーブルの定着部が存在する場合、「上方漏水あり」とした。

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-2に示す重みを乗じて平均することにより、その集団の評価値とした。分類結果及び評価値を表-3に示す。

5. 劣化曲線の仮定

今回使用した点検結果は表-3に示すように1年度分しかないので、経過年数を考慮することができない。そこで、変状区分で傾きが変わるような、式①の3本の直線を基本劣化曲線として仮定した。そしてこの曲線を時間軸に対して引き延ばし、実際の評価値と合わさった時の曲線をその評価値がたどる曲線とした(図-2)。そして、経過年数毎(5年毎)の評価値を求めた。ただし、経過年数は塗替間隔等を考慮して最大30年とした。

$$\begin{aligned} y &= 0.25x & (0 \leq y \leq 1) \cdots \cdots \textcircled{1} \\ y &= 1.00x - 3.00 & (1 \leq y \leq 3) \\ y &= 0.75x - 1.50 & (3 \leq y \leq 6) \end{aligned}$$

表-3 K大橋箱桁内部の分類結果

面方向2	排水管漏水	ボルト継手	伸縮継手	上方漏水	評価値
上フランジ					0.01601
〃				○	1.57955
〃			○		1.67647
〃		○			0.08538
下フランジ					1.96160
〃				○	4.09548
〃			○		5.50000
〃			○	○	5.68750
〃		○			2.51258
〃		○		○	2.72222
〃	○				3.17987
〃	○			○	4.80000
〃	○		○		4.33333
〃	○		○	○	5.14286
〃	○	○			3.65722
〃	○	○		○	4.28571

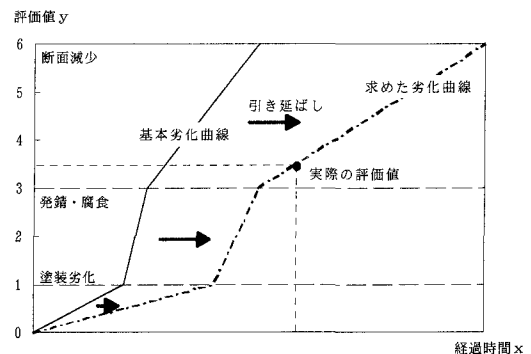


図-2 劣化曲線の当てはめ

6. システムの検証

以上のような仮定を基にして、環境因子・塗装経過年数をファジィ入力、それらに対する評価値をファジィ出力としネットワークにより学習をおこなった。ここで、システム自体は入出力ともにメンバーシップ関数を定義しているが、環境因子は「ある」・「なし」のようなスイッチの動きをしているので、「0」か「1」しか取り得ない。また経過年数は0～1の範囲になるように正規化した。ルールについては、今回は点検結果を基に作成した。学習方法はバックプロパゲーション法でおこない、平均自乗誤差が0.1以内、または学習回数が5万回を越えた時点で学習を終了させた。その結果、相関係数0.98という高い相関を得ることができた(表-4)。

7. あとがき

塗装劣化に対する補修は、下地鋼材が腐食にまで至らない限り全てが塗替塗装である。よって学習データ内における時間を、供用開始からの年数ではなく塗替塗装後の経過年数とすれば、ある年数範囲内で点検結果が蓄積されることになり、学習精度の向上が期待される。そのことにより、仮定した劣化曲線の修正がおこなわれ、また評価値の推定が可能となるので将来を見据えた点検の優先順位を決定できる。また、再塗装を実施しなければならない限界の評価値を設定しておけば、その目標値に達するまでに、事前に何らかの対処を施すことが可能となる。

謝辞 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。

表-4 検証結果の一例
(「下フランジ」、「排水管有り」の場合)

経過年数	実際値	学習値
0年	0.0000	0.0507
5年	0.3900	0.5529
10年	0.7800	1.2127
15年	1.6799	2.1050
20年	3.1799	3.7516
25年	4.3498	4.9380
30年	5.5198	5.6647