

CS-105

道路橋鉄筋コンクリート床版の損傷要因推定のための
ニューロファジィシステムの研究開発

関西大学総合情報学部 正 会 員 古 田 均
 関西大学総合情報学部 正 会 員 田 中 成典
 関 西 大 学 大 学 院 学生会員 井 田 隆義

1. まえがき

高速自動車道をはじめ各種道路交通網は社会の根幹を成すものであるが、現在、その維持・管理が大きな問題になっている。コンクリート構造物は、一般に鋼構造物に比べて維持・管理の面で有利とされているが、鉄筋コンクリート床版（Reinforced Concrete slabs：以下、RC床版）は、常時、直接に輪荷重を受け、また、供用荷重が設計荷重を超過する場合が増えてきたこともあって、摩耗や疲労などによる損傷が著しい。2020年には現在供用中の道路橋の30%が、2030年には50%が、供用年数50年以上になるという現在の状況においては、RC床版の点検・損傷度の判定・補修工法の選定は重要な業務であると考えられる。そこで、本研究では、高架道路橋のRC床版を対象に、損傷状況から損傷要因を推定するシステムの研究開発を目的とする。RC床版の損傷要因を推定することは、補修工法の決定の際に非常に重要である。また、経験的知識を必要とするRC床版の点検を行う専門家の不足が指摘されており、このような状況下では、経験知識を共有できる環境を構築することが急務である。

損傷要因の評価は、専門家の経験的知識によるあいまいさを含んだ主観的な判定結果になりやすいことから、定量的な客観的評価が困難となる。そこで、あいまい処理を得意とするファジィ推論を採用することにする。しかし、ファジィ推論で使用するファジィルールのメンバシップ関数の調整が非常に困難であるため、ニューラルネットワークの自己学習機能を利用してメンバシップ関数を調整する。最終的に、道路橋RC床版の損傷要因推定に関するファジィ・ニューラルネットワークシステムを開発し、そのシステムの有用性の検証を行う。

2. システムの流れと適用する技

高架高速自動車道のRC床版を対象とする。中性化による劣化は考えない。また、車線当たりの日平均交通量は、20000台以上を想定する。

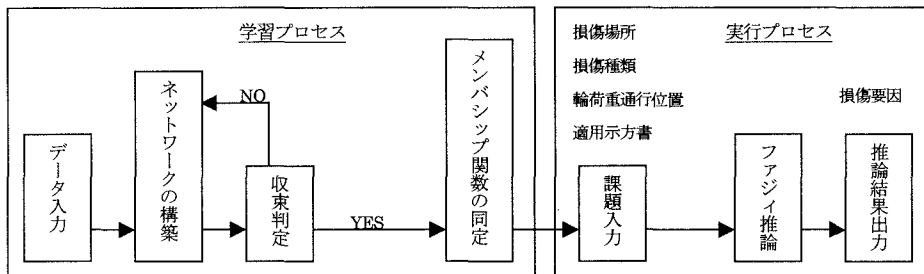


図1 システムの流れ

本システムでは、ファジィ推論とニューラルネットワークを併用する手法の適用を試みる。具体的には、ニューラルネットワークの学習により、ファジィルール中のファジィ集合のメンバシップ関数の形状を調整して、ファジィ推論のチューニングを行う。これによって、経験的に設定されていたメンバシップ関数をニューラルネットワークのもつパターン認識機能を用いて合理的に決定することができる。

キーワード 道路橋, RC床版, 損傷要因推定, ファジィ理論, ニューラルネットワーク
 〒569-1095 大阪府高槻市壺仙寺町2-1-1 TEL 0726-90-2438 FAX 0726-90-2438

3. システムの構築

本研究では、ファジィ推論とニューラルネットワークを融合させることで、メンバシップ関数の自動調整と推論実行の高速化を実現できるニューロファジィシミュレータ NEUZZY（富士通社）を用いてシステムの構築を行う。

既に獲得している損傷要因のデータをニューラルネットワークの学習データとして入力する。このデータの中で、入力属性を入力信号として、損傷要因のデータを教師信号データとして用いて、ニューラルネットワークに学習をさせる。入力属性としては、「適用示方書」・「損傷場所」・「損傷種類」・「輪荷重通行位置」の4属性から成り、出力属性としては、20種類の損傷要因から構成（表1）した。

表1 損傷要因

No	損傷要因	No	損傷要因	No	損傷要因	No	損傷要因
1	過大な輪荷重の作用	6	配筋鉄筋量の不足	11	荷重分配機構の有無	16	配筋の誤差
2	衝撃作用	7	主鉄筋の曲げ上げ位置の不適正	12	コンクリートの低品質	17	かぶり不足
3	輪荷重通行位置と支持桁配置の関係	8	主桁作用の感収収縮による引張応力	13	打設時における冬場の凍結影響	18	気象作用による凍結融解等の影響
4	床版厚不足による剛性不足	9	不等沈下による付加曲げモーメント	14	養生の施工不良	19	塩分（凍結防止剤）
5	鉄筋量不足による剛性不足	10	床版の負の曲げモーメント、引張力	15	施工打掃目の処理不十分	20	表面排水の良否

4. システムの評価

既報¹⁾の結果と本システムによる結果の比較を行った。全体的な推論結果の傾向に大差はないが、本システムでは確信度（CF値）の差がより顕著に見受けられた。「損傷要因」のCF値は、CF値の大きさそのものよりも、種々の「損傷要因」の確からしさを区別するための目安として意味がある。すなわち、CF値の高低の差がより広がったということは、確からしさを区別において有効な推論が得られたと考えられる。

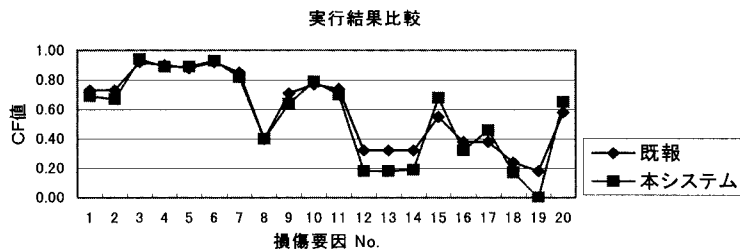


図2 実行結果比較

5. あとがき

本システムの実行結果から、システムが道路橋 RC 床版の損傷要因を適切に推定していることを確認した。しかし、本研究のように、あいまいさが内在する専門家の経験的知識に基づいてシステムを構築している場合、開発段階で完全な知識ベースを構築することは不可能に近い。そのため、今後、本システムを実用化する場合、システムに知識の更新機能²⁾を持たせることが必然となってくる。また、現在、本システムはワークステーション上で動作しているが、汎用性をもたせるために、パーソナルコンピュータ上で動作できるようにすることが望ましい。

- 参考文献 1) 三上市蔵・松井繁之・田中成典・新内康芳：道路橋鉄筋コンクリート床版の損傷要因推定のためのルールとフレームによる知識ベース・エキスパートシステム，構造工学論文集，土木学会，Vol.34A，pp.551-562. 1988.4
 2) 串田守可：橋梁診断における知識獲得手法とエキスパートシステムの開発に関する研究，博士論文，1998.3