ニューラルネットワークによる劣化予測も考慮した橋梁維持管理システムの構築

中央大学　学生員　○内山　典之
中央大学　正会員　平野　廣和
中央大学　正会員　佐藤　尚次

1.はじめに

近年、既存の社会資本ストックを長期に渡り有効活用することを目的として、維持管理の重要性が増大してきている。現在利用されている重要な社会資本である橋梁は、交通量の増加、車両の大型化などにより、設計当初に予想されていたよりも過酷な使用条件のもとで長期間に渡り使用されてきている。このため著しく損傷を受けている場合もあり、これら老朽化した橋梁の適切な維持管理を行いかつ延命化を図ることが求められている。

そこで本研究では、現在及び過去の状態素早く検索可能なデータベース構築と、ニューラルネットワーク（以下、NN）による劣化予測手法も検討し、維持管理計画の立案を支援する橋梁維持管理システムの構築を目的とする。

2.データベース構築

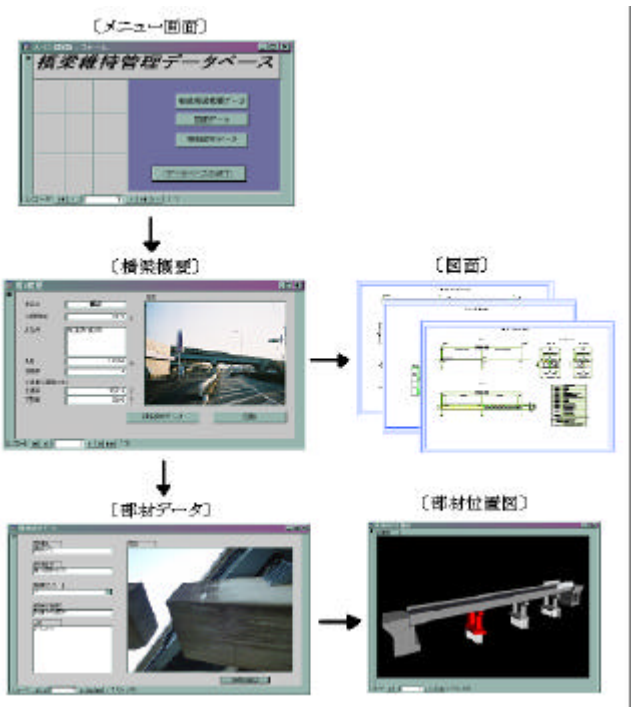
現在、様々なデータがデジタル化され、橋梁に関するデータベースも作成されてきている。しかし、データベース化されたと言っても膨大な量のデータが単に入力されただけのものが多く、維持管理計画の立案に有効に利用されているとは言い難いのが現状である。そこで、本研究では橋梁に関するデータ、橋梁台帳・図面・点検・補修履歴を部材ごとに整理し関連付け、部材の配置状況を確認するために3次元CGモデルを対応させることで維持管理計画立案を支援可能なデータベースを構築する。橋梁の 3 次元モデルは CAD データと市販の CG ソフトである Shade を使用することで容易に作成することが可能である。[3)]

データベースには橋梁の基本情報として橋梁概要、損傷部材データ、CAD 図面、3 次元モデルの 4 項目を収録。それぞれ表-1 に収録データを示す。

表－1　データベース収録項目

	収録データ	
橋梁概要	橋梁名	供用開始年
	所在地	橋長
	交通量	径間数
	メモ	写真
損傷部材データ	部材名	部材番号
	損傷ランク	損傷種類
	メモ	写真
図面	CAD図面	
3次元モデル	損傷位置図	

図-1 にデータベース画面での操作の流れを示す。橋梁概要画面で橋梁を選択。そこより図面・損傷部材データ画面へと進む。また、損傷部材データからその損傷している部材の位置を表示する CG へとリンク付けしている。これにより、橋梁の現状や部材情報、位置等の検索が一連の流れとして把握できる。

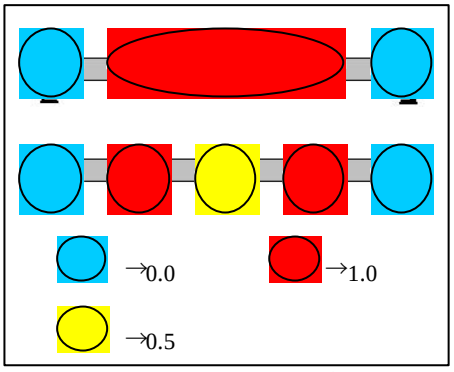


図－1　データベース画面

キーワード：データベース、3 次元モデル、健全度、ニューラルネットワーク
連　絡　先：〒112-8551　東京都文京区春日 1-13-27　　TEL03-3817-1816

3.NN モデルによる健全度予測

本研究では、橋梁の点検データにおいて OK、IV、III、II、I と五段階で示される、健全度（損傷ランク）を部材の劣化状態とする。モデルの構造形式は 3 層の階層型 NN モデルとし BP 法により劣化状態を推定する。学習データとしては実際の点検データを用い、劣化状態の判定を行う手法を検討した。なお、点検データを見ると、損傷は橋梁の中心部、端部で差があるので、部材を橋軸方向に 3 分割してそれぞれの部分での劣化状態を求める。



図－2　3 分割データ条件

以下の項目を NN モデルの入力値とする。

(1)橋梁の供用期間。

(2)点検時点での昼間 12 時間の普通車・大型車別交通量

(3)径間長、幅員、自重。

(4)橋梁を橋軸方向に 3 分割したときの重み付け。

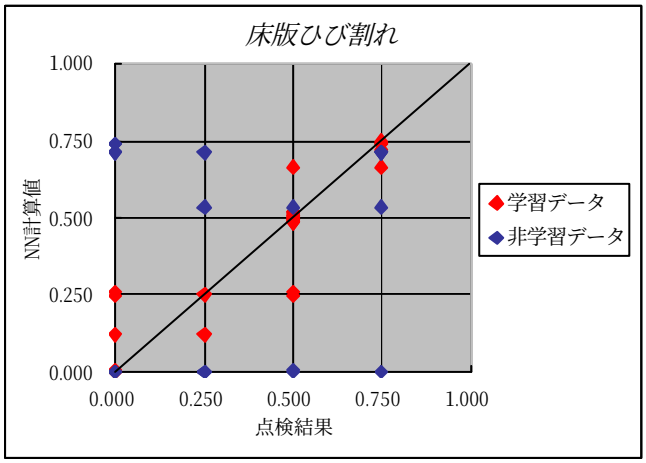
なお(4)に関しては図－2 に詳細を示す。

表－2　ランクの数値化

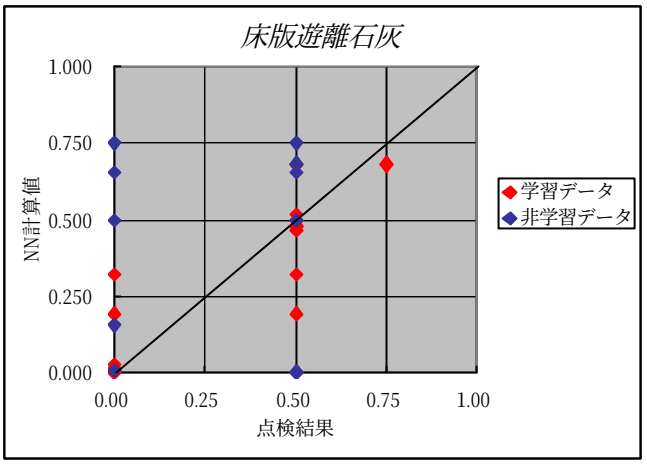
ランク	数値
OK	0.00
IV	0.25
III	0.50
II	0.75
I	1.00

表－2 に示すように損傷種別毎の損傷ランクを 0.0～1.0 に数値化したものを学習データの出力値とする。

得られた値の妥当性は学習データとして用いない橋梁のデータを入力し、得られた結果と実際の点検結果とを比較



図－3　ひび割れ計算結果



図－4　遊離石灰計算結果

する。今回は床版のひび割れと遊離石灰の二つの損傷について検討した。その結果を図-3、4 に示す。各々、的中率は、ひび割れの場合が 43.48%、遊離石灰の場合が 13.04%程度と十分な精度は得られていない。しかし、学習データの的中率は、ひび割れ・遊離石灰共に 84.38%であるので、今後学習データを増やすことで的中率も上がると思われる。

4.おわりに

データベースを構築することで橋梁の維持管理の参考となる現状や履歴データの素早い検索や入力が可能となった。また、3 次元 CG モデルと対応させたことで損傷部材の位置や橋梁形状が容易に把握でき、維持管理業務に対しての支援ツールの役割を果たすと考えられる。NN モデルによる劣化予測は学習データとして用いた、点検データが供用年数 20～30 年以外のものが極端に少ないことと、データ数の少なさから、十分な精度を得られていない。しかし、学習データの的中率は高く、今後データを増やすことで精度も向上すると思われる。また、今回はひび割れと遊離石灰とも同じ入力値で行っているので、的中率に差が出ている。損傷種別ごとに入力値を見直す必要がある。今後は、データベース収録情報の見直し、劣化予測精度の向上、劣化予測をデータベースに盛り込むことが課題である。

参考文献

1)　設省土木研究所：橋梁点検要領(案),土木研究所資料,第 2651 号,1988.

2)　社団法人日本橋梁建設協会　'01 Design Data Book

3)　内山典之、平野廣和、西山真、佐藤尚次：橋梁架設地点の地形も考慮した 3DCG による景観設計,第 57 回年次学術講演概要集,2002/9.