

東京電機大学 学生員 西山 大三

東電設計(株) 正会員 松島 学

東京電機大学 正会員 松井 邦人

1. はじめに

舗装は道路の表面を構成しており、交通荷重や経過年数、施工法により寿命が異なる。さらに、一旦破損が生じると、ひび割れから舗装体内に水が進入して路盤・路床を弱体化させたり、わだち掘れが促進される等、急速に損傷が拡大するという特徴がある。このため、舗装の供用後に良好な路盤状況を保つには、日常的な路盤性状を把握するための検査が必要である。路盤正常の調査結果から路盤を総合的に評価する指標として供用性指数あるいは維持管理指数が、既往の劣化調査の回帰式で求められる。本研究は、これらの回帰式の入力項目である、わだち掘れの平均値及び標準偏差、ひび割れ率を一般的な調査項目から推定する方法を検討した。本研究では、最適化手法として非線形性の強い問題の回帰に優れているといわれている階層型ニューラルネットワークを推定に用いている。

2. 推定システム

表-1に入力項目を、表-2に出力項目を示す。表中には、得られたデータの範囲も示す。入力項目は、データの性質から数値データと区分データに区分した。得られたデータは、全部で47個、その内30個を学習用のデータに、17個を検証用のデータに区分した。図-1に本対象システムの概要を示す。本システムは、入力項目を10セル、出力項目を3セルとして構築した。また、中間層は入力項目の1.5倍の15セルとした。図-2にシステムの学習回数と学習及び検証データの誤差の経時変化を示す。図に見られるように学習データの誤差は、学習回数が増大するにつれて小さくなるが、検証データはそうにならず、最適な学習回数があることがわかる。本研究では、両データの誤差の移行から10000回で学習を打ち切った。

表-2 出力項目

出力項目	範囲	データの区分
轍ばれ(平均値) D(mm)	5~26	数値
縦断方向の凸凹の標準偏差 σ (mm)	1.18~4.23	数値
ひび割れ率 C (%)	0~7.4	数値

表-1 入力項目

入力項目		範囲	データの種類
経過年数(年)		4～12	数値
大型車交通量(台/時)		2559～4199	数値
大型車混入率(%)		18.36～26.59	数値
施工法		1～4	区分
路盤厚(cm)		10～60	数値
FWDの結果	アスコン厚	1～3	区分
	路盤厚	1～3	区分
	設計CBR	8～20	数値
	TA	1～3	区分

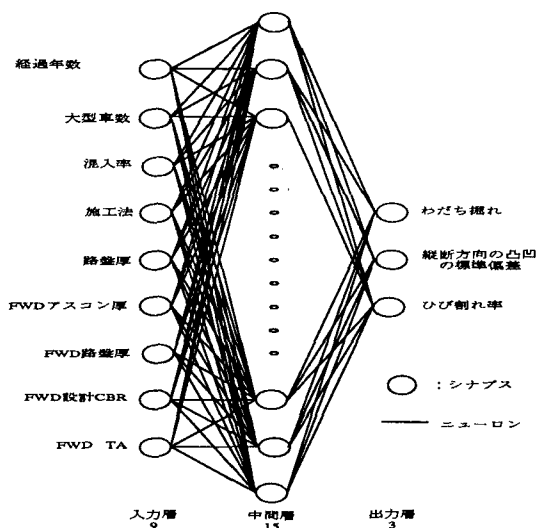


図-1 ニューラルネットワークの形

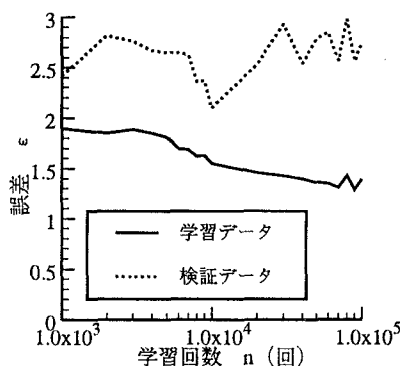


図-2 学習及び検証データと学習回数

3. 検討結果

図-3(a),(b),(c)に学習データとシステムの推定結果の関係を示す。図に見られるようにわだち掘れの平均値は、大きくなると大きくなる傾向があるが、推定値は、大きめに収束している。わだち掘れの標準偏差は、同じように傾向があるがバイアスがみられる。ひび割れ率は、かなりばらつきが大きい。図-4(a),(b),(c)に検証データとシステムの推定結果を示す。各図にみられるように、その傾向すら一致していない。表-3に学習及び検証の推定誤差の変動係数を示す。表にみられるように、推定精度は、学習データで50%程度、検証データで100%程度である。

ニューラルネットワークの特徴として多くの学習

表-3 学習及び検証結果の推定誤差

誤差 ϵ / 出力の 標準偏差 σ	学習 ϵ / σ	検証 ϵ / σ
轍はれ D (mm)	0.387	1.01
標準偏差 σ (mm)	0.598	1.04
ひび割れ率 C (%)	0.516	0.80

データが必要なことが挙げられており、本データのようにわずか30個のデータでシステムを構築するには精度に問題があることが指摘される。更に、本問題のように数多くのばらつきを含むおえない問題では数多くのデータが必要であり、今後多くのデータを収集してシステムの再構築を図りたい。

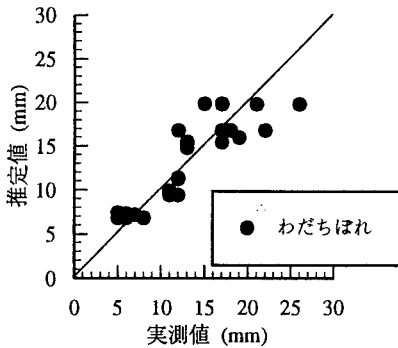


図-3 (a) わだち掘れの平均値

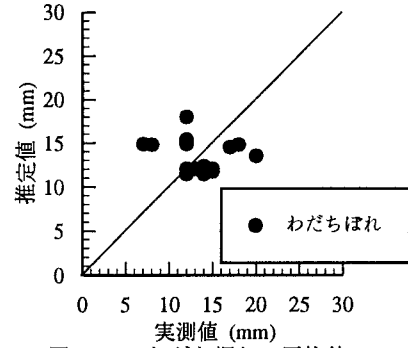


図-4 (a) わだち掘れの平均値

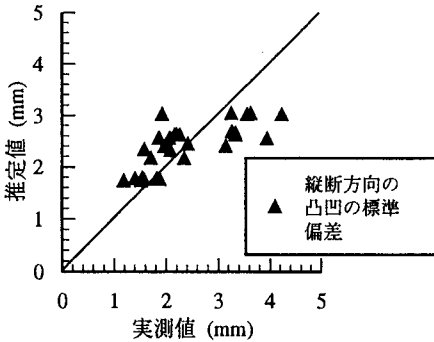


図-3 (b) 縦断方向の凸凹の標準偏差

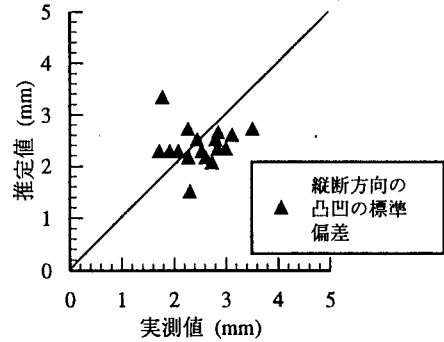


図-4 (b) 縦断方向の凸凹の標準偏差

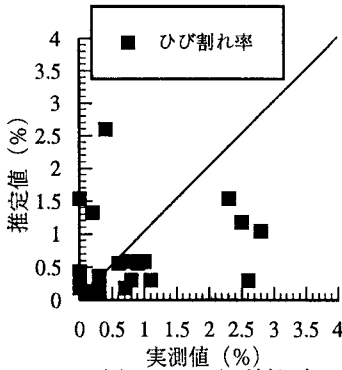


図-3 (c) ひび割れ率

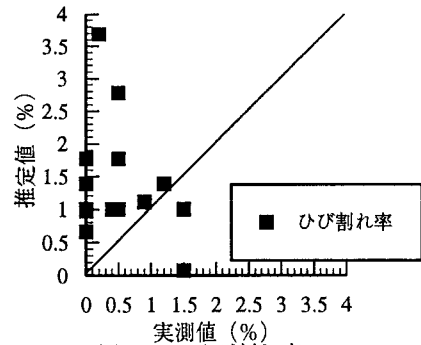


図-4 (c) ひび割れ率