

VI-153 鋼プレートガーダー橋保全業務のための損傷部位予測ニューラルネットワークシステム

関西大学工学部 正 員 三上市蔵

(株)東洋情報システム 正 員 〇平田卓也

関西大学大学院 学生員 神戸和仁

1. まえがき 橋梁構造物の維持管理において、点検業務は橋梁の状態を把握するための最も重要な業務である。鋼道路橋における損傷の発生場所は構造物の形式によって様々であり、点検員の熟練度や経験によって損傷の発見率が異なる¹⁾ため、適切に点検業務を行うには損傷の発生を精度よく予知する必要がある。本研究では、鋼プレートガーダー橋における橋梁構造パラメータより損傷部位を予測することを目的とする。

2. ニューラルネットワークの適用と構造の決定 損傷部位を予測するための入力要因を図-1のように整理した。予測する損傷部位は日本道路公団の点検項目²⁾とする。構造パラメータと損傷部位とは非常に複雑な関係にあり、そこからある一定のルールを見出すことは困難である。本研究では学習機能を有し、複雑な問題に対しても有効であるニューラルネットワークに着目し、過去の損傷事例を学習させることによって、構造パラメータから損傷部位を予測するシステムを構築した。ニューラルネットワークの構築には富士通(株)製パーソナルニューロコンピュータ用ソフト Neuro Simulator/Layered model を利用する。最適なネットワーク構造の決定は許容誤差の低いネットワークを採用していくこととした。

3. 構造パラメータと損傷との関係 本研究で定義した構造パラメータは、損傷に影響すると思われるパラメータを列挙したものであり、その中には影響の小さいものや、殆ど影響のないパラメータも存在すると思われる。他のパラメータを一定条件とし、1つのパラメータのみ条件を変化させて損傷の発生予想について検討した。図-2では車道幅員が損傷に大きく影響していることがわかる。他のパラメータについても同様に検討した結果、表-1の○のついたパラメータは損傷に大きく影響し、×のついたパラメータは、他のパラメータを考慮したときには影響が小さいことを確認した。但し主桁間隔は、車道幅員と主桁本数によって殆ど決定されるため、入力が重複していた結果によると思われる。

橋梁構造パラメータ	
(1) 径間数 ・1～7径間	(8) 車線数 ・0～6車線
(2) 直橋	(9) 竣工年 ・1948～1974年
(3) 斜橋	(10) 主桁本数 ・0～8本
(4) 曲線橋	(11) 主桁間隔 ・0～15m
(5) 曲率半径 ・0～600m	(12) 横桁列数 ・0～5列/支間
(6) 支間長 ・0～165m	(13) 対横桁列数 ・0～15列/支間
(7) 車道幅員 ・0～30m	(14) 下横桁列数 ・0～7列

図-1 入力要因

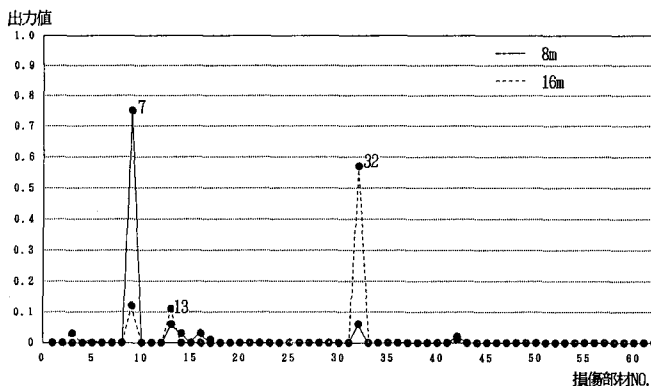


図-2 車道幅員と損傷部材の関係

表-1 各構造パラメータの影響

構造パラメータ	影響の有無
径間数	○
平面線形	○
曲率半径	×
支間長	○
車道幅員	○
車線数	×
竣工年	×
主桁本数	○
主桁間隔	×
横桁列数	○
対横桁列数	○
下横桁列数	×

4. ファジィ真理値との比較 損傷部位予測の妥当性を確認するために、専門家を対象とした鋼プレートガーダー橋の損傷予測に関するファジィ真理値³⁾との比較を行った。この値は鋼プレートガーダー橋一般に対するものである。ニューラルネットワークによる損傷の発生予測は一般的に多いと思われる鋼プレートガーダー橋を定義して行った。推論結果とファジィ真理値との比較を表-2に示す。網掛け部は推論結果と真理値が共に高い(0.5以上)か、または共に低い値(0.5以下)であり、推論結果が真理値と一致していることを示す。真理値が高い部材でも4部材については推論結果も高く評価しており、また真理値が低い部材については推論結果も全て低い評価となっている。よって、専門家の判断に近い評価をしていることから、予測の妥当性が確認できる。

5. 各部材における点検頻度の提案 現在の点検の体制では損傷の発生率や損傷が橋梁に与える影響等は考慮されていない。しかし、実際には各部材によって損傷の発生率や損傷が橋梁に与える影響は様々である。ここで、ニューラルネットワークへ亀裂発生データとして与えている18部材について、それらを考慮した各部材における点検頻度の提案を行う。提案に際しては、

表-2 推論結果とファジィ真理値との比較と
点検業務における各部材の点検頻度の提案

部材	着目位置	部材・部位	真理値	出力値	損傷度 ランク	点検 頻度
主桁	支間部	(5) 下フランジウェブ溶接部	0.382	0.138	A	B
主桁	支間部	(7) 垂直補剛材下端部	0.527	0.588	A	A
主桁	支間部	(8) カバープレート端部垂直溶接部	0.473	0.613	A	B
主桁	支間部	(11) 添加物等取付ブラケット付け根溶接部	0.530	0.004	B	C
主桁	桁端部	(18) 下フランジソールプレート溶接部 (横断方向)	0.552	0.984	A	A
主桁	桁端部	(20) ソールプレート	0.276	0.023	B	C
主桁	桁端部	(22) 横垂直補剛材	0.330	0.068	B	C
主桁	桁端部	(24) 支点上補剛材ウェブ溶接部	0.418	0.006	A	B
主桁	桁端部	(29) 横構ガセット部の垂直補剛材溶接部	0.500	0.049	B	C
主桁	桁端切り欠き部	(32) 切り欠き隅角部フランジウェブ溶接部	0.650	0.715	A	A
対横構	部材	(34) 上弦材・下弦材・斜材	0.273	0.421	B	C
対横構	主桁取付部	(36) 垂直補剛材上端溶接部	0.588	0.774	A	A
対横構	主桁取付部	(37) 垂直補剛材上端ウェブとの溶接部	0.727	0.081	—	—
対横構	主桁取付部	(40) ガセット	0.500	0.000	B	C
対横構	主桁取付部	(41) 垂直補剛材 T.B., リベット孔	0.473	0.044	B	C
横桁	主桁取付部	(44) 垂直補剛材上端溶接部	0.688	0.115	A	B
横桁	主桁取付部	(46) 垂直補剛材上端スカーラップ	0.664	0.021	A	B
横桁	主桁取付部	(47) 上フランジとウェブの溶接部	0.615	0.009	A	B
縦桁	縦桁端部	(51) フランジ切り欠き部	0.591	0.359	A	B
斜張索結板	桁端部	(60) 連結板、ピン	0.448	0.035	—	—

損傷の発生率が高く、橋梁に与える影響も大きいため頻繁に点検する必要がある部材をA、発生率が低く、影響も小さいため頻度を減少させてもよい橋梁をC、AとCの中間に位置する部材をBと定義すると、表-2のように各部材を分類できる。

6. あとがき 本研究では、ニューラルネットワークを適用することにより、鋼プレートガーダー橋における損傷の発生を橋梁構造パラメータから予測することを試みた。専門家の意見との比較により、予測の妥当性が確認できた。また、頻繁に点検を行う必要のある部材と、頻度を減少させてもよい部材とに分類することができた。この提案によって、点検の省力化が図れ、損傷の見落としの減少が期待できる。

参考文献 1)三上：道路橋の点検業務における点検員の技能の評価法に関する研究【第2報】，(財)阪神高速道路管理技術センター，(学)関西大学工業技術研究所，1993.2. 2)財団法人高速道路技術センター：平成元年度橋梁の健全度評価及び補修方法に関する調査研究(その3)，1990.2. 3)三上・三木・土田・北岸：専門家へのアンケートから獲得された知識の利用－鋼橋の健全度相対評価への応用－，土木学会関西支部年次学術講演会，1-21，1991.6.