

V-130

ニューラルネットワークによる耐久性ポイントに関する一考察

芝浦工業大学大学院 学生会員 増田 克洋
 首都高速道路技術センター 正会員 吉沢 勝
 芝浦工業大学 正会員 矢島 哲司
 東京大学生産技術研究所 正会員 魚本 健人

1. はじめに

現在の耐久設計は、新設コンクリート構造物の耐久性向上を目的としたものである。そのため既設構造物の補修・補強のための耐久性診断または、残存寿命予測とは全く別のものとされている。そこでニューラルネットワークを用いて土木学会の耐久設計¹⁾の項目で耐久性に与える影響が大きいものを把握し、耐久性ポイントの変化による推定年数の変化の様子を見ることを目的として検討を行った。

2. 検討方法

ここで用いたニューラルネットワークは階層型ニューラルネットワークと呼ばれるもので出力値は中間層を介して適当な重み付けで入力値と結合しているモデルである。この出力値と補修までの期間、すなわち寿命との差が微小になるような重みが得られれば入力値が出力値に及ぼす影響を求めることができる。

検討に用いたデータは、補修までの期間がわかる自動車専用道路のデータを用い、入力項目は表-1に示すとおりである。しかし、建設当時のデータが不完全な場合は、耐久性ポイントを0として計算を行った。ニューラルネットワークを用いて計算を行った後、影響の大きな項目を4～5項目選び入力される耐久性ポイントによる推定年度に与える影響を調べた。

3. 検討結果

参考文献¹⁾に書かれている算定式を使用した時の、耐久性ポイントと補修までの期間の関係を図-1に示す。この図からわかるようにこの方法で耐久性ポイントを得ても、必ずしも補修までの期間と比例の関係にあるとは言えない。そこで、次に補修までの期間を教示値としニューラルネットワークを用いて学習を行った。その結果を図-2に示す。図-2は高い相関係数を示し、ニューラルネットワークによる推定精度がかなり高いことがわかる。

そこでこの学習結果によって得られた重みを用いて、影響の大きな項目を感度解析した結果を次に示す。用心鉄筋に関する項目（図-3）は●の場合だと耐久性ポイントを変化させても、推定年数に与える影響は

表-1 耐久性ポイント入力項目

1 コンクリート 材料	1 セメント 2 骨材の吸水率 3 骨材の粒度 4 混和材料
2 コンクリート 及び 補強材	1 ワーカビリチー 2 堅硬性 3 単位水量 4 塩化物含有量 5 コンクリート製造工場の管理状態 6 防錆した補強材（4，2）を修正
3 設計ひび割れ	1 温度ひび割れ指数 2 曲げひび割れ幅
4 部材の形状 鉄筋詳細 設計図	1 部材の形状・寸法（2，1）で考慮 2 かぶり 3 鉄筋の段数・あき 4 用心鉄筋 5 打継目 6 設計図
5 コンクリート工	1 主任技術者 2 受け入れ 3 運搬・打ち込み・締め固め 4 表面仕上げ・養生 5 打ち継ぎ目の施工（4，5）を修正
6 鉄筋工 型枠工 支保工	1 鉄筋加工 2 鉄筋の組立 3 型枠工 4 支保工
7 PC工の 補足事項	1 技術者の経験・資格 2 グラウトの材質 3 後埋めコンクリートの品質 4 グラウトの施工方法
8	特別な型枠・防護工 1 表面防護工

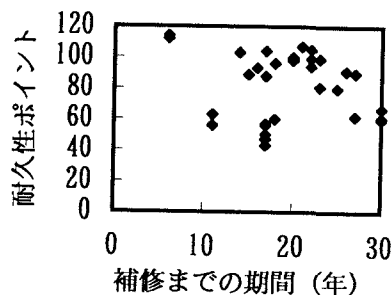


図-1 耐久指数と補修までの期間の関係

小さい。しかし、○では耐久性ポイントが大きくなると推定年数が大きくなる。このことから用心鉄筋の項目は、試案の式でなく別の形でポイントを算出する方法を検討することが必要であろう。また、かぶりに関しても同様のことが考えられる（図-4）。段数に関しては（図-5）、条件によって推定年数が違うが、これはポイントの交互作用が存在するために生じたものと思われる。データが不十分なため明確には言うことができないが、ワーカビリティに関しては（図-6）推定年数がマイナスポイントで高く、プラスで低くなっている。これはポイント-40～0の間では中途半端にワーカビリティが確保できるために施工時における影響が含まれるものと思われる。なお、他の項目とのかねあいでこのような結果が出たものとも考えられる。運搬に関する項目は影響が大きいように見えたが耐久性ポイントが20付近で多少推定年数が減少するだけにとどまった。

今回の自動車専用道路構造物における検討では用心鉄筋、かぶり、段数、ワーカビリティの影響が大きくなり運搬など他の項目の影響は小さいことが明らかとなった。

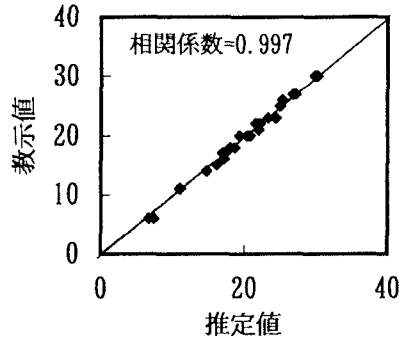


図-2 ニューロの推定値と教示値の関係

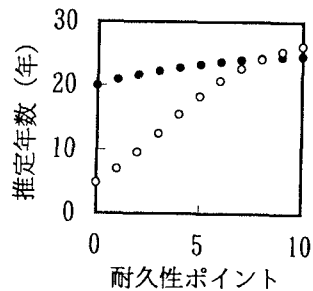


図-3 感度解析による用心鉄筋が及ぼす影響

* 図中の●は補修までの期間が20年の構造物
○は補修までの期間が6年の構造物

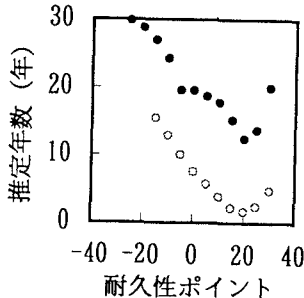


図-4 感度解析によるかぶりが及ぼす影響

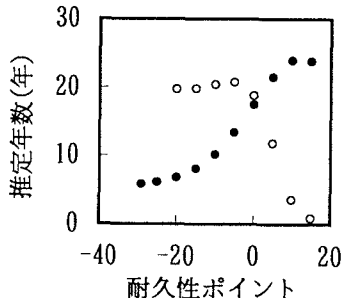


図-5 感度解析による段数が及ぼす影響

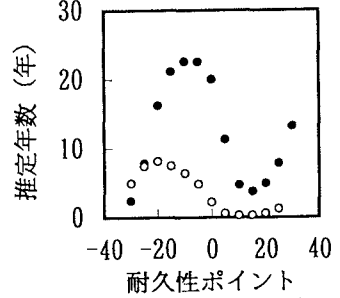


図-6 感度解析によるワーカビリティが及ぼす影響

4. 結論

耐久設計に補修までの年数を加えたニューラルネットワークを用いることで、影響の大きい項目が判断できた。また、その影響の大きい項目に関して感度解析を行うことによって、各項目が推定年数に与える影響の程度がわかった。耐久性ポイントを変化させても推定年数に変化があまり見られないものに関しては、参考文献¹⁾のポイントの範囲をせばめる方向で変える必要があるものと思われる。

謝辞 本研究は東京大学生産技術研究所第5部魚本研究室で行ったものであり、本研究にあたりご協力いただいた皆様に深く感謝いたします。

参考文献 1)土木学会コンクリート・ライブラリー 第65号：コンクリート構造物の耐久設計指針（試案）

2)伊東・魚本：非破壊検査によるコンクリートの強度推定に関する一考察、

土木学会第49回年次学術講演会講演概要集第5部