

ニューラルネットワークによる橋梁の損傷度評価システムの構築

徳島大学大学院	学生員	○山本 直史
四国建設コンサルタント	正員	山村 猛
徳島大学工学部	正員	沢田 勉

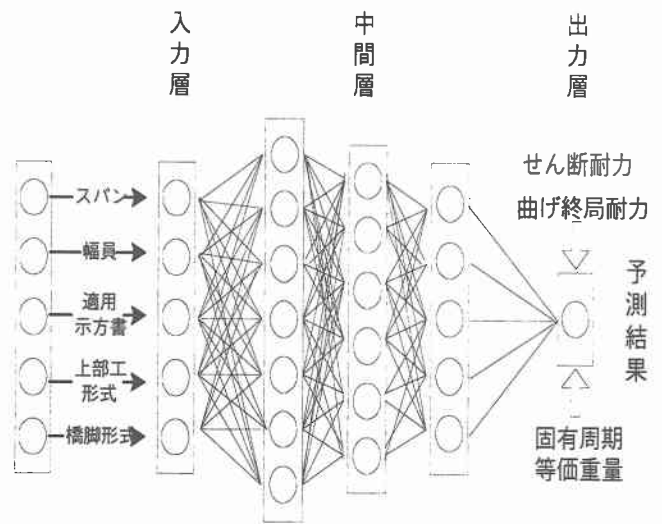
1. はじめに

橋梁の被災は、被災地への救援物資などの輸送に大きな影響を及ぼし、その結果として、2 次的な被害を助長する。すなわち、橋梁は都市の震後復興においても、きわめて重要な構造物であるといえる。したがって、ある想定地震に対して、主要道路（緊急輸送路等）に現存する橋梁の被害が予測できれば、あらかじめ補強することができ、被害の拡大を押さえることができる。このような観点から、本研究では、橋梁の地震被害予測システムの構築を行った。

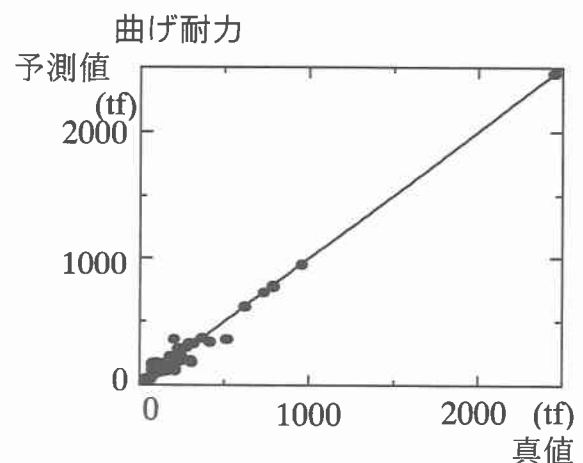
2. 保有水平耐力等の予測システムの構築とその精度の検証

橋梁の地震被害は、橋脚や橋台からなる下部工の耐震安全性に負うところが大きい。このため、道路橋示方書・耐震設計編²⁾では、橋脚の保有水平耐力を求め、これと作用地震力とを比較することにより、耐震安全性を照査する方法がとり入れられている。このような橋脚の安全性照査法は保有水平耐力法と呼ばれる。

本研究でも、保有水平耐力法により橋脚の耐震安全性を照査し、橋梁の地震被害を予測する。ただし、保有水平耐力法を適用して橋脚の安全性を評価するには橋梁に関する詳細な情報（設計書、詳細図、橋脚の配筋図等）が必要であるが、このような要件を備えた橋梁の数は一般に少なく（たとえば全橋梁の 1/5 程度）、大部分の橋梁では、適用示方書、上部工形式、下部工形式、スパン、幅員等の基礎的なデータしかないのが現状である。ある地域における橋梁の地震被害予測では、なるべく多くの既存橋梁を対象とすることが必要となるので、基礎的なデータしか有しない大部分の橋梁の地震被害を何らかの方法により予測しなければならない。保有水平耐力法では、橋脚の保有水平耐力、固有周期、および等価重量がわかれば橋脚の耐震安全性が照査できるので、これらを基礎的なデータから推定することが必要となる。本研究では、図一 1 に示すような階層型ニューラルネットワークを用いて、橋梁に関する基礎的なデータ（入力データ）から橋脚の保有水平耐力、固有周期および等価重量を推定するシステムを構築した。このシステムの入力データは、スパン、幅員、適用示方書、上部工形式および橋脚形式である。予測するパラメータは、上述の橋脚のせん断耐力、曲げ終局耐力、固有周期および等価重量であり、これらのパラメータはそれぞれ個別に予測される。予測システムの学習では、詳細なデータを有する橋梁の解析から得られた保有水平耐力、固有周期および等価重量を教師信号として用いた。図一 2 は、学習させたネットワークの精度を検



図一 1 保有水平耐力等の予測システム



図二 予測精度グラフ

証するため、予測値と計算値の関係を表したグラフで、一例として橋脚の曲げ耐力を示している。

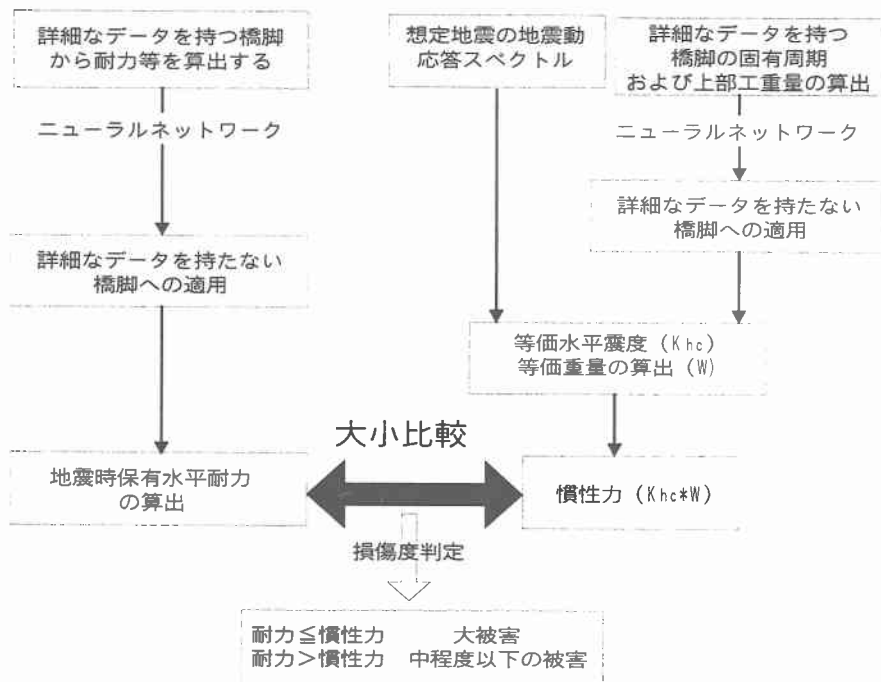
グラフより、予測値は計算値とよく一致しており、本予測システムにより精度のよい予測が可能であることがわかる。この結果より、前述の入力パラメータにより保有水平耐力等を精度よく推定できることがわかる。

3. 橋梁の損傷度評価システム

図一3は、本研究で構築した損傷度評価システムのアルゴリズムである。この損傷度評価システムは、大きく分けて2つの部分からなる。

その1つは、橋脚の保有水平耐力の予測であり、もう1つは橋脚に作用する慣性力の予測である。まず、詳細なデータをもつ橋脚の耐力等から構築したネットワークを用いて、詳細なデータをもたない橋梁の地震時保有水平耐力等を予測する。

次に、詳細なデータをもつ橋脚の固有周期および等価重量より構築したネットワークを用いて、詳細なデータをもたない橋梁の固有周期および等価重量を予測する。次に、この予測された固有周期および上



図一3 橋梁の損傷度評価システムのアルゴリズム

部工重量と、別に作成されている想定地震の地震動応答スペクトルより、慣性力を求め、最後に、上述の地震時保有水平耐力と慣性力の大小比較を行うことにより、損傷度判定を行う。

5. まとめ

本研究では、橋梁の損傷度評価システムの構築を行った。本研究の結果より、橋梁の損傷度を予測することは、ある程度可能であると考えられる。今後の課題としては、ニューラルネットワークは学習させるデータに大きく依存するので、より正確でより詳しい資料を入手し、教師データを増やすことが必要である。さらに、教師データの頻度をなるべく一様にする検討も必要であると考えられる。また、橋梁の損傷度評価について損傷の有無だけしか評価していないが、教師データが増え予測の精度が向上すれば、損傷度評価を数段階に分けることもできると考えられる。

6. 参考文献

- 1) 日本道路協会：道路震災対策便覧（震災復旧編），日本道路協会編集，1988.2.
- 2) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅴ耐震設計編
- 3) 杉戸真太：周波数特性を考慮した等価ひずみによる地盤の地震応答解析法に関する一考察，土木学会論文集，1994.6
- 4) 小泉陽司：四国地方の地震情報データベースに関する基礎的研究，徳島大学工学部，卒業論文，1996.2.
- 5) 古川幸信：地震による橋梁の被害データベースと損傷評価システムの構築に関する基礎的研究，徳島大学工学部，卒業論文，1996.2.
- 6) 菊池豊彦：入門ニューロコンピュータ，オーム社，1990.
- 7) 中野馨，飯沼一元，桐谷滋：ニューロコンピュータ，技術評論社，1989.
- 8) 馬場則夫，小島史男，小澤誠一：ニューラルネットの基礎と応用，共立出版，1994.