

橋梁構造物の耐震性評価システムの構築

山口大学大学院 学生員 ○原田崇司 (株) 鴻池組 正会員 金好昭彦
 山口大学大学院 学生員 中山英志 山口大学工学部 正会員 中村秀明
 山口大学工学部 正会員 宮本文穂

1. はじめに

1994 年のノースリッジ地震、1995 年の兵庫南部地震などの都市型直下型地震が起きるたびに道路網は寸断されてきた。このような道路網の寸断は被災後の復興に影響を与えるだけでなく、兵庫南部地震では被災地に幹線道路が集中していた為、被災後の国内の経済活動にも多大な影響を与えた。これらのことから、橋梁全体系における耐震性の評価等が検討項目としてあげられた。

著者ら は従来より、橋梁全体系として耐震性評価を行うシステム（以下略して ESS）を構築してきた。本研究ではシステム構築の際に、課題となっていた確定関数の係数設定を自動的に算出するシステムを構築した。また、従来の研究で個々に構築されたシステムを 1 つのシステムとして統合した。

2. ESS における確定関数の位置付け

確定関数は ESS の損傷状態確率を求める際に用いる。図-1 に確定関数の位置付けを示す。損傷状態確率の算出については、まず始めに、動的解析により支承、橋脚、基礎など部位部材に対する応答値を算出し、それら部位部材に定められた各境界レベルの初期通過破壊確率を求める。次に、求めた初期通過破壊確率を用い、状態遷移行列を構築する。さらに求めた状態遷移行列を用いてマルコフ連鎖に基づき、部位部材の損傷状態確率を求める。この際、初期通過破壊確率を求めるために必要な値（応答値の分散の値、応答値の導関数における分散の値、それら 2 つの相関係数）は確定関数と関与しており、確定関数の値の取り方によってそれらは大きく変わってしまう。

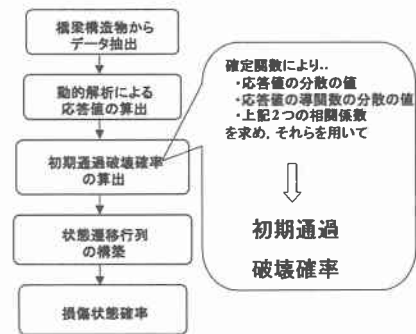


図-1 確定関数の位置付け

3. 確定関数の同定

3. 1 確定関数について

著者らの従来の研究では、確定関数は式 (1) のように与えられている。

$$\sqrt{\varphi(t)} = \{\exp(-a't) - \exp(-b't)\} \cdot c' \quad (1)$$

(ここで、 a' 、 b' 、 c' は定数 ($0 < a' < b'$))

確定関数の定数 (a' 、 b' 、 c') は、観測データから抽出した応答波形の標準偏差に確定関数をカーブフィッティングさせることにより設定する。

3. 2 確定関数の同定手法

確定関数を同定する際に、本研究ではカルマンフィルタ²⁾を用いた。カルマンフィルタとは、時々刻々与えられる観測データを用いてシステムの状態を逐次的に推定するオンラインデータ処理アルゴリズムである。

3. 3 確定関数同定のフロー

図-2に確定関数同定のフローを示す。まず、標本関数の任意時間間隔の標準偏差を算出する。次に、前節で述べたカルマンフィルタを利用して、その経時変化の曲線に式(1)の関数がフィットするように、逆解析により係数(a' , b' , c')を求めた。

図-2のフィッティングポイントは、標準偏差の上昇開始点から最終点までの区間で行った。図-3に橋梁の部位部材の1部分であるP-1橋脚について解析を行った結果画面を示す。

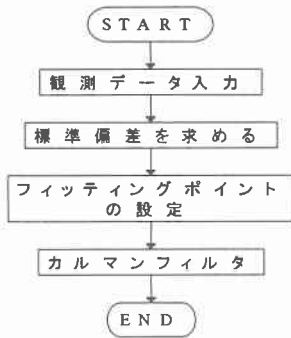


図-2 プログラムフロー

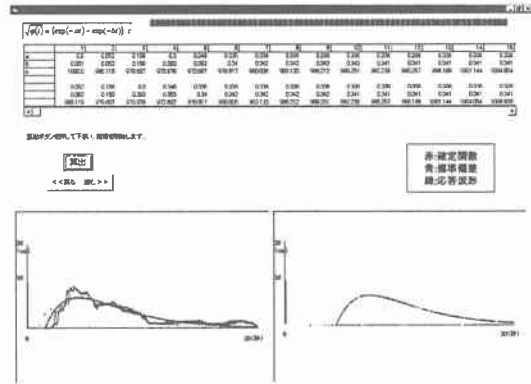


図-3 P-1橋脚の確定関数

4. システムへの統合

確定関数の自動設定のプログラムをESSに統合した。その結果を図-4に示す。図-4は損傷状態確率の経時変化を出力するシステム画面である。

5. まとめ

本研究では、損傷状態確率を求める上で重要となってくる確定関数の値を自動的に算出するプログラムを構築し、ESSの一部としてシステムに導入した。

以下に本研究における成果を示す。

- ①カルマンフィルタを用いることで、確定関数の設定を自動化するプログラムを構築した。また、このプログラムをシステムの一部に導入し、良好な結果を得ることができた。
- ②不規則振動論を適用する際に不規則波形の標準偏差に近似するよう確定関数の設定を行うが、従来の研究では経験的に行っていたため、損傷状態確率の値に誤差が生じていた。この確定関数の設定を自動化することにより、人為的煩雑さの除去、また数値計算の精度の向上が可能となった。

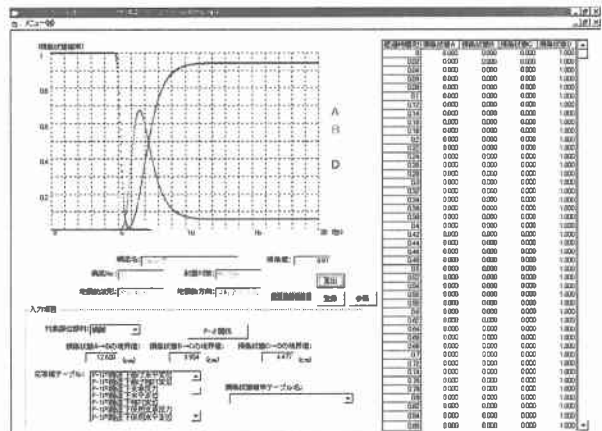


図-4 P-1橋脚の損傷状態確率の経時変化

参考文献

- 1) 安元 隆:地震時における橋梁全体系の損傷推移のモデル化と損傷度および耐震性評価, 修士論文, 1999.2.
- 2) 西山 清:パソコンで解くカルマンフィルタ, 丸善, 1993.2.