

### 評価型エキスパートシステム開発を目的とした評価プロセス作成手法の提案

山口大学大学院 学生員○青木治道 山口大学大学院 学生員 河村 圭  
 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

本研究では、既存 RC 橋について点検によって得た情報による定量的、定性的データを用いて、既存 RC 橋の総合的な耐用性診断を0~100点で行う「橋梁診断エキスパートシステム(BREX)」の開発を行ってきた。BREXの知識には、専門技術者が行う RC 橋診断の推論過程（知識）を診断プロセスとして階層化したものを用いているが、専門技術者からの知識獲得およびプロセス作成の明確な手法が確立されていなかった。

そこで本研究では、新たに PC 橋の性能評価を行うためのエキスパートシステム (PC-BREX) を構築するにあたり、橋梁の性能評価に関する知識を専門技術者から獲得する手法について提案する。

#### 2. 橋梁診断エキスパートシステムの概要<sup>1)</sup>

BREXでは、専門技術者が行う RC 橋診断の推論過程（知識）を診断プロセス（図1）として階層化し、この診断プロセスに従ったファジィ変数を含むプロダクションルールが作成されている。さらに、このプロダクションルールをもとに階層構造ニューラルネットを用いた推論機構が構築されており、誤差逆伝播 (Back Propagation : BP)法による学習を可能としている

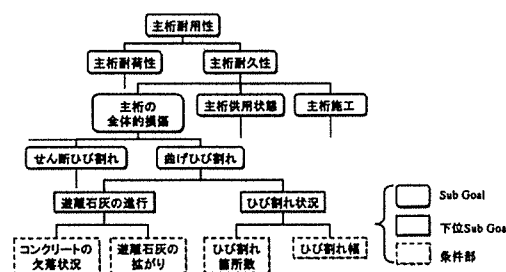
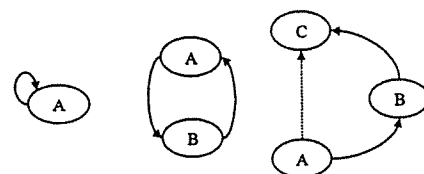


図1 RC 橋診断プロセス(主桁)



(a) あいまい非反射律 (b) あいまい非対称律 (c) あいまい非推移律  
 図2 FSM法における制約条件

#### 3. FSM法について<sup>2)</sup>

本研究では、図1に示すプロセスを作成する手法として、FSM (Fuzzy Structural Modeling) 法を用いる。FSM法は対象となる問題に関連する数々の要素を、要素間の関係に基づいて有効グラフの形に階層化する手法である。要素間の関係は、0.0~1.0の数値を用いたマトリクスとして表される。FSM法における制約条件（図2）について以下に簡単に述べる。

- (a)項目 A は項目 A 自身に影響を及ぼさない。
- (b)項目 A (項目 B) が項目 B (項目 A) に影響を及ぼしている時、項目 B (項目 A) は項目 A (項目 B) に影響を及ぼさない。
- (c)項目 A は項目 B に、項目 B は項目 C にそれぞれ影響を及ぼしている時、項目 A は項目 C に影響を及ぼす。

#### 4. 評価プロセス作成手法

図3に評価プロセス作成のための手法を提案する。以下、図3に従って作成手法を説明する。

##### ①システム開発の目的と適用範囲の決定

本研究では、PC 橋 T 桁の耐用性を評価する事を目的とし、目視点検で得られるデータを用いて評価を行う。

##### ②入力項目・中間評価項目の抽出

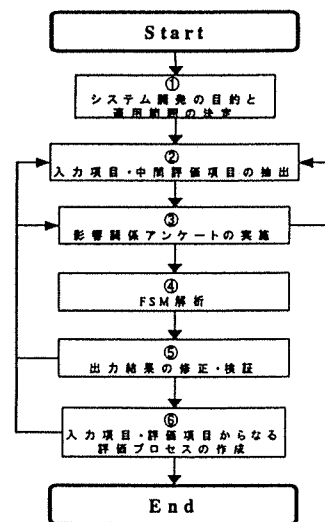


図3 作成手法

PC橋はRC橋に比べ、特徴的な損傷が発生するが、基本となる劣化機構は似ている部分が多いという点を考慮し、従来のRC橋診断プロセス中の各項目よりPC橋評価に必要となる項目を選択した。また、新たにRC橋診断プロセスにはない、PC橋を評価するために必要となる評価項目を橋梁点検要領(案)<sup>3)</sup>を参考に付加した。また、各項目の定義を明確にするとともに記録に残した。

③影響関係アンケートの実施

専門技術者に項目間の関係を表す数値(0.0~1.0)を実際に入力支援ツール(図4)を用いて入力して頂き、マトリクスを完成させた。

④FSM解析

作成したマトリクスを用いてFSM解析を行った。その結果、図5の階層構造モデルが得られた。

⑤出力結果の修正・検証

検討を行った結果、22項目の評価項目が選択された。検討した後、その結果と作成された階層構造モデルについて、専門技術者の意図した構造か否かを確認するため、アンケートを作成し実施した。

アンケートでは評価項目の定義を確認して、定義を明確にした後、階層構造モデルの確認を行った。アンケートの回答に従い、修正を加えた。

⑥入力項目・評価項目からなる評価プロセスの決定

評価を行うために必要な入力項目を決定した。完成した評価プロセスの一部を図6に示す。

5. まとめ

本研究では、新たにPC橋の性能を評価対象とするエキスパートシステム(PC-BREX)を構築するにあたり、橋梁の性能評価に関する知識を専門技術者から獲得する手法を提案した。一般的に知識獲得手法は確立されていないこともあり、提案手法とは異なった手順を踏んだ部分もあったが、評価型エキスパートシステム開発を目的とした評価プロセス作成への適用例を資料として残すことができた。

以下に本研究で得られた成果について述べる。

- ①FSM法においてマトリクスの記入を容易にするため、入力支援ツールを開発した。
- ②各項目の定義を明確にするとともに、各項目間の関係についての詳細な資料を作成し、記録として残した。
- ③本研究で提案した知識獲得手法を用いてPC橋の主桁耐久性を評価するための評価プロセスを作成した。

参考文献

1) 河村圭: Bridge Management System(BMS)の開発および実用化に関する研究, 山口大学博士論文, 2000.3  
 2) 白倉篤志, 水口弘範, 宮本文穂, 中村秀明: 階層構造モデルを用いたコンクリート橋の維持管理支援システムの構築, 構造工学論文集 Vol.44A, pp.1025-1036, 1998.3.  
 3) 土木研究所資料 橋梁点検要領(案), 建設省土木研究所, 土木研究所資料, 1988.7

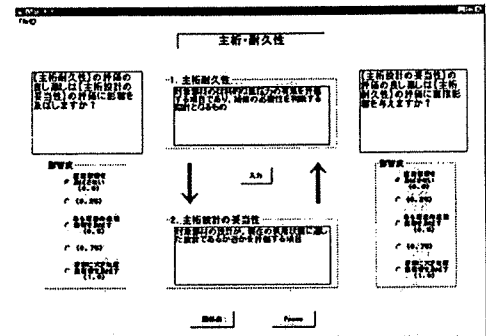


図4 関係入力画面

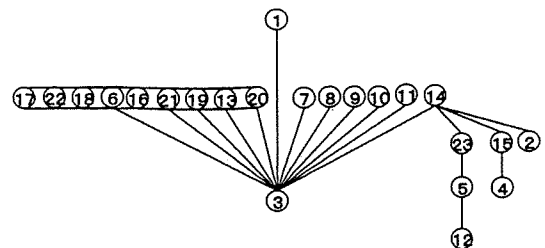


図5 FSM解析の結果

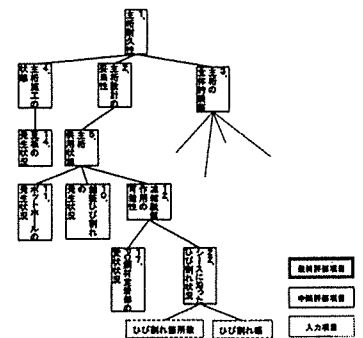


図6 完成した評価プロセス