

# 評価型エキスパートシステム構築ツールの開発と PC 橋への適用

山口大学大学院 学生員 青木治道 NEC 移动通信(株) 三輪宅弘  
 山口大学工学部 正会員 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

著者らは、橋梁診断に携わる専門技術者と同レベルの耐用性診断が行える橋梁診断エキスパートシステム(以下, ES と略記)の開発に取り組んできた<sup>1)</sup>。本研究では, ES の推論手法を用いたエキスパートシステム構築ツール(以下, ES 構築ツールと略記)の開発を行い, ES 構築ツールを PC 橋へ適用した。そして, 構築した PC 橋の ES (以下, PC-ES) に実橋梁データを入力することで, 推論結果の妥当性と ES 構築ツールの有用性について考察を行った。

## 2. ES について

ES は, 橋梁諸元や足場を設置しない程度の目視点検情報から, 対象橋梁の耐用性を 0~100 点の健全度(p)として出力するシステムである。健全度のランク分けについて図 1 に示す。また, 既存の研究において, ES は, 一般的なエキスパートシステムが提供しなければならない諸機能<sup>3)</sup>について構築されてきた。本研究では, 新たに知識エディタを開発することで, ES 構築ツールの開発を行った。ES 構築ツールの機能構成を図 2 に示す。

87.5 < p < 100 : (Safe)	わずかに劣化しているが, 健全な状態である。特に, 100点は全く問題のない状態である。
62.5 < p < 87.5 : (Fairly Safe)	劣化は見られ, その程度を記録する必要があるが, 特に補修・補強を考慮すべき状態ではない。
37.5 < p < 62.5 : (Moderate)	劣化が見られ, 定期点検の時期を早める必要がある。今後の追跡調査が必要である。
12.5 < p < 37.5 : (Slightly Danger)	補修・補強が不可欠になる状態。詳細点検の必要がある。
0.0 < p < 12.5 : (Danger)	交通の安全確保等のために, 早急に何らかの対策が必要である。特に, 0.0点は供用すべきでない状態(管理限界)である。

図 1 評価のランク分け

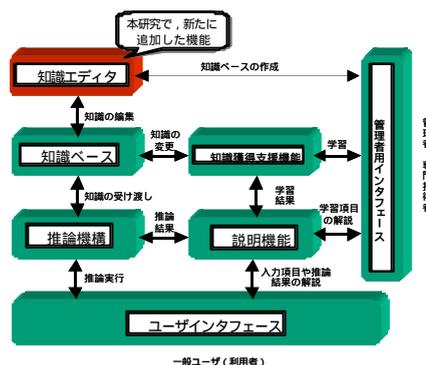


図 2 ES の機能構成

## 3. PC 橋への適用

### 3.1 知識獲得について

本研究では, 開発した ES 構築ツールを利用することで, 道路橋 T 桁 PC 橋の主桁および床版の性能評価を行うための PC-ES を構築した。その際, 専門技術者が PC 橋を性能評価する際の知識を階層構造モデル化し

表 1 パターン のひび割れ状況のルール

ルール番号	前件部		後件部
	7mmひび割れ箇所数	7mmひび割れ幅	健全度
1	かなり多い	かなり大きい	0
2	かなり多い	大きい	25
3	かなり多い	小さい	50
4	多い	かなり大きい	25
5	多い	大きい	50
6	多い	小さい	75
7	少ない	かなり大きい	50
8	少ない	大きい	75
9	少ない	小さい	100

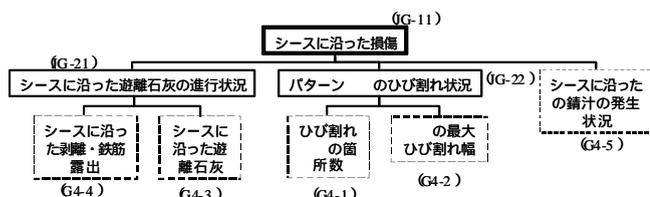


図 3 シースに沿った損傷を評価するプロセス

キーワード：エキスパートシステム, ファジィ, 橋梁診断, PC 橋梁

〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2 丁目 16-1 TEL : 0836-85-9531 FAX : 0836-85-9531

たプロセスをインタビューにより作成した．その評価プロセスの一部を図3に示す．この評価プロセスをもとに，メンバーシップ関数の形状，ファジイルールを決定する．得られたファジイルールを表1に示す．

3.2 PC-ES の構築

作成した評価プロセスを実際に ES 構築ツールに適用する．図4は，知識エディタにおける，メンバーシップ関数設定画面である．この他，本ツールにより，ファジイルールの設定や，説明機能の解説文などを作成することができる．

以上のようにルールを設定することで，PC-ES の構築を行う．図5は PC 橋の評価プロセスを適用し，推論を行った結果画面である．ES 構築ツールを用いることで，評価プロセスさえあれば短期間で ES を構築する事ができ，ES のプロトタイプ作成として有用性があると考えられる．

4 . 実橋梁への適用

本 ES の推論結果の妥当性を検証するために，山口県下に架設されている PC 橋 2 橋 3 スパンについて，アンケート調査を行った．推論結果の一部を表2に示す．推論結果と教師（専門技術者の意見）を比較したところ，全体的に高い健全度を出力する事がわかった．この原因としては，ES 内の知識に問題があること，また，損傷が発生していないにもかかわらず低い評価値を専門技術者が与えたことが考えられる．この改善点としては，ES 内の知識を再設定すること，アンケート調査の検討が挙げられる．

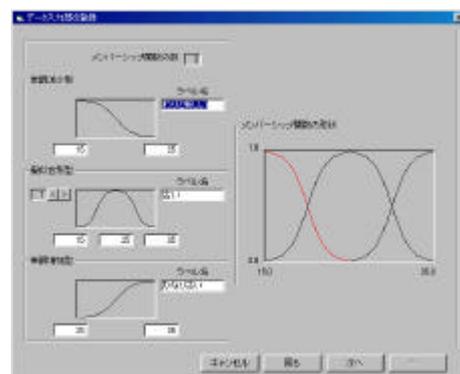


図4 メンバーシップ関数設定画面



図5 ES の推論結果画面

表2 推論結果の比較

		Ka橋			Ho橋			Ho橋		
		推論値	教師	差	推論値	教師	差	推論値	教師	差
主桁	主桁耐用性	66.3	45	21.3	72.1	35	31.7	59.8	30	29.8
	主桁耐荷性	73.4	60	13.4	70.7	35	35.7	61.8	30	31.8
	主桁耐久性	68.3	35	33.3	76.6	35	41.6	70.6	35	35.6
床版	床版耐用性	63.5	30	33.5	70.5	35	35.5	69.2	35	34.2
	床版耐荷性	72.9	55	17.9	72.5	35	37.5	71.1	30	41.1
	床版耐久性	65	30	35	73.6	50	23.6	73.7	50	23.7
	差の合計			154.4			205.6			196.2

：第2スパン， ：第9スパン

5 . まとめ

ES 構築ツールを開発することで，柔軟に知識ベース内の知識を変更することが可能となった．また ES のプロトタイプ作成として本 ES 構築ツールは，有用であると考えられる．

PC 橋の性能評価について専門技術者にインタビューを行い，評価プロセスを作成した．

ES 構築ツールを用いて，PC 橋の性能評価を行う PC-ES の構築を行った．また，この PC-ES は PC 橋特有の損傷についても評価が行える．

PC 橋の実データを収集することで，PC-ES の推論結果について検証を行った．その結果，全体的に高い推論値を出力するため，知識の再設定が必要である．

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) 建設省土木研究所：橋梁点検要領（案），土木研究所資料，第 2651 号，1988
- 3) 平尾隆行：エキスパートシステム入門，オーム社(1989)