

道路橋コンクリート床版の健全度評価 のためのエキスパートシステム

熊本大学 学生員 飯星 力

熊本大学 正 員 崎元達郎

川崎製鉄㈱正 員 川井 豊

1. はじめに

橋梁構造物の架設年代分布およびその一般的寿命より、現在橋梁の維持管理技術に対する社会的要請が高まってきている。厳しい財政下で効率良く橋梁を維持管理していく為には既設橋梁の安全性診断が重要な問題であり、そのためには十分な知識と長期に渡る経験が要求される。そこで本研究では経験の浅い技術者にも十分な健全度の診断ができるように、それを支援する人工知能 (Artificial Intelligence; AI) によるエキスパートシステムの開発を行うものである。

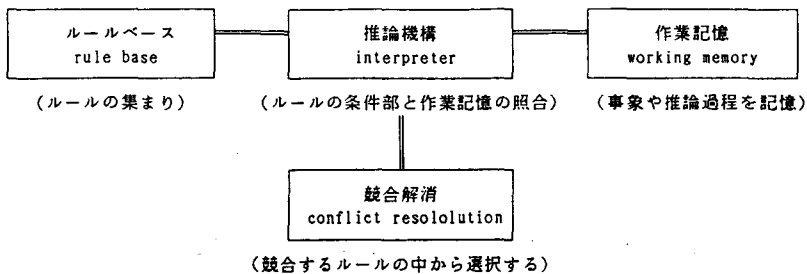


図. 1 認識-行動サイクル

2. 推論

維持管理の過程の中で「診断」は熟練技術者(エキスパート)に依存する部分が多く主観的なあいまいさの影響を避けられない。そこで本システムでは数値情報化しにくいエキスパートのヒューリスティクス(発見方法; heuristics)及び診断知識を定性的・定量的情報を操作することにより表現し、主観的なあいまいさを考慮した不確実性推論(uncertainty reasoning)を行う。エキスパートシステムツールにはEXSYS PROFESSIONALを使用し、ハードには実用性を考慮してPC-9801を使用した。

知識表現手法についてはプロダクションシステムを用い、ルールベース中のルールをコントロールするメタルール(meta-rule)の概念を導入した。図. 1 にプロダクションシステムの基本行動を示す。推論方法は下位ゴール(goal)の推論では前向き推論を、上位ゴールに対しては後向き推論を用いた。(図. 2 参照) 知識の不確実性の表現については感染症診断システムMYCINにおいて初めて使用された確信度(Certainty Factor; 以下CF値)の方法を用いた。

3. エキスパートシステム

本システムでは損傷がある橋梁構造物について補修の必要の是非及び対策工法を決定することを目的とした。ユーザーに対する入力事象は目視情報を中心に情報の獲得が困難なものは極力避けることにした。対策工法は構造上および非構造上の諸要因から決定される。そこには損傷度、施工環境等が考慮されるのは勿論であるが、十分な補修補強効果を得るためには損傷劣化原因を明確にし、それを除去することが重要である。そこで本システムでは最初に2つの事象(ひび割れ状態、遊離石灰状態)を床版パネル別に入力し、さらに3つの事象(コンクリート強度、表面劣化状態、大型車交通量)を入力して損傷ランクを判定した後、3つの事象(損傷状態、適用示方書、床版厚)を入力して損傷要因の推定を行う。判定および推定結果に加えてさらに2つの事象(構造特性、経年数)と中間仮説(ユーザーの選定要因)を入力して工法の選定を行う。

損傷ランク判定は文献1)をシステム化したものである。その他の各事象、損傷要因、対策工法間の知識については文献1)～4)その他を参考に整理、定式化して知識ベースを構築した。表. 1・表. 2 に2つの事象の内容を示す。中間仮説として定義している“ユーザー選定要因”(表. 3)では「施工性」「美観」「経済性」など7項目についてそれぞれ重みを入力して各項目のCF値に乘じて、他の下位観念から得られる各工法のCF値と統合する。入力事象の1つである「経年数」については損傷ランクとは関連させず、工法選定における政治的、経済的な判断要因として扱った。

また、AI研究における“深い知識”を実現するため損傷要因の推定に数値計算モデル(応力度照査、たわみ計算、疲労照査)を外プログラムとしてシステムにリンクした。また、外部プログラム及び入力事象がデータベース上にある構造物の数値が必要になるとシステムがデータベースとリンクして必要なデータを外部プログラムまたは入力事象に渡すようになっている。尚、実橋に対する評価については当日発表する予定である。

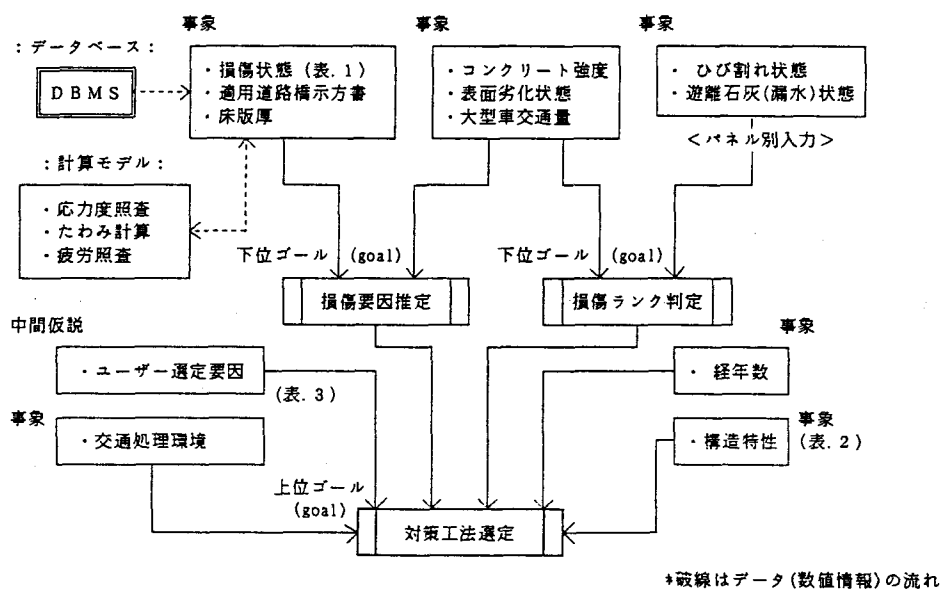


図. 2 エキスパートシステムのフロー

表. 1 事象：損傷状態(項目)

・ ひび割れ方向 ・ ひび割れ発生の部位及び部位の状況 ・ ひび割れの特徴 ・ ひび割れ以外の損傷
--

表. 2 事象：構造特性

・ 床版の連続性の有無 ・ 死荷重の増加を主桁、床組、下部工が許容できるか ・ 振動感覚(ゆれ幅)

表. 3 中間仮説：ユーザー選定要因

1. 施工性 2. 工期の長さ 3. 美観上の問題 4. 施工後の内部追跡の必要性 5. 経済性 6. 打替え時の床版の補強に対する有効性 7. 床版自体の耐荷力増加を望む
--

参考文献：

- (1) 建設省土木研究所 他；「既設橋梁の耐久性評価・耐久性向上技術…」土木研究所資料第2682号(1988.12)
- (2) ショーボンド建設㈱；「鉄筋コンクリート構造物調査診断要領(橋梁編)」
- (3) 西ドイツ交通省道路建設局；「橋梁その他の損傷事例・報告書1982」岡田 他(訳) 土木施工(1986.6)
- (4) 三上 他；「道路橋鉄筋コンクリート床版の損傷度判定…」構造工学論文集 Vol. 33A P317-P326(1987.3)
- (5) 中村・寺野；「土木構造物エキスパートシステム」オーム社