

(Ⅵ-16) 橋梁基礎設計に関するエキスパートシステムの開発

建設省土木研究所 正会員 ○芦達 拓哉
同 中野 正則
同 石田 雅博

1. はじめに

近年は、業務の増大に比較して、熟練した専門技術者が減少する傾向にあることから、設計業務の省力化・効率化を図ることが求められている。

建設省土木研究所では、こうした現状を踏まえ、専門家の知識や経験の埋め込みが可能なエキスパートシステムを橋梁基礎設計に適用することを目的として平成5年度から4ヶ年計画で研究を行っている。

今回は、平成6年度に作成した橋梁基礎形式選定エキスパートシステムプロトタイプの概要報告を行う。

2. システムの概要

本システムは、設計条件を基にして、知識ベースと事例ベースから、橋梁の基礎形式を選定するエキスパートシステムである。(図-1)

入力する設計条件は、『支持地盤までの深さ』、『支持地盤の状態』、『中間層の状態』、『地下水の状態』、『水平荷重・鉛直荷重』、『施工条件に制約があるか』、『水上施工か』、『公害対策』、『隣接構造物への影響』の10項目である。

①知識ベースによる推論機構

専門家の知識を選定表の形で整理し、知識ベースに取り込んで推論を行い、入力条件に対する各基礎形式の適合度を出力する。

知識ベースは、道路橋示方書Ⅳ下部構造編などに示されている基礎形式選定表の評価を確信度として設定した。

適合度は、入力した設計条件に後ろ向き推論でマッチした知識ベースの中の各if-thenルールに対する確信度を集計し、それを下式によって0～100点の形で算出した。

$$\text{適合度} = ((\text{マッチした各ルールの確信度の集計値} \times 100) + 100) \div 2$$

$$(0 \leq \text{適合度} \leq 100)$$

知識ベース推論結果表示画面を図-2に示す。各基礎形式の適合性は、○(適合度 ≥ 80)、△(適合度 < 80)、×(適合度=0:適用不可能な基礎形式)で表示している。

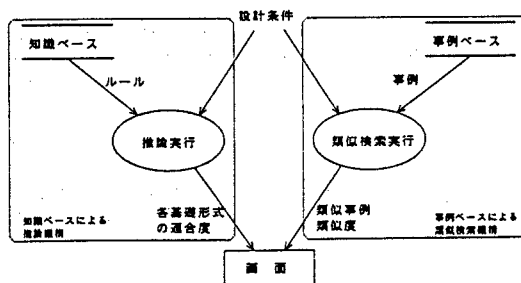


図-1 システムの構成

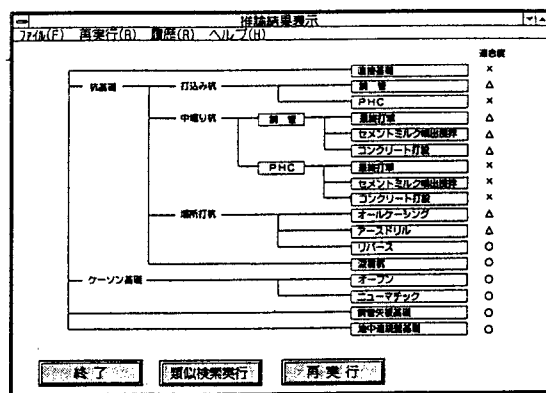


図-2 知識ベース推論結果表示画面

②事例ベースによる類似検索機構

昭和60年度に土木研究所で実施した「基礎形式選定手法調査」の結果を事例ベースとして取り込み、類似事例の検索を行う。

類似事例を検索する際の事例属性の重み付け方法は、PCF (Per-category feature importance) を用いる。PCFは、各属性値に対して「属性値がaの場合に、解cが選ばれた確率」を重みとして利用しており、ある属性の重みが大きいということは、「その属性が解cの導出に寄与している可能性が高い」ということである。

PCFは離散値データしか扱えないため、連続値データの場合、一致度 δ の考え方が問題となる。

離散値属性では、質問事例と事例データの属性値が一致していれば1、合致していなければ0を与える。しかし、連続値では、[1, 0]の評価が与えにくいので図-3のように中間値を設けた。

これは、属性値を左右対称に幅 ε をもたせた三角形で表現し、三角形の交点部分で属性値間の一致度 δ を表現するものである。

この一致度 δ は右式によって表される。

なお、三角形の幅 ε は、選定表の離散的評価範囲と同じものとした。

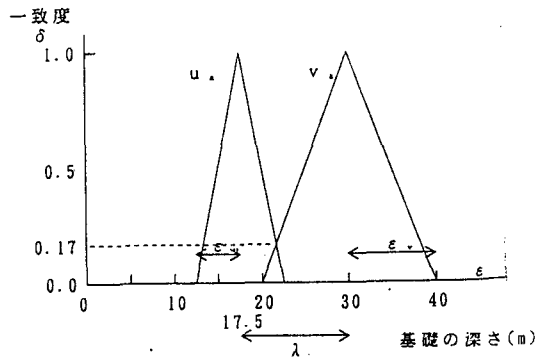


図-3 連続値属性の一致度 δ の算出方法

$$\delta = \frac{-\lambda}{\varepsilon_u + \varepsilon_v} + 1 \quad (\delta < 0 \text{ の場合は、} \delta = 0 \text{ とする。})$$

$$\lambda = |U_a - V_a|$$

3. システムの検証

上述の基礎形式選定手法調査で収集した事例を入力条件とし、プロトタイプの適用性の検証を行った。

知識ベース推論では、検証事例と同一の基礎形式が概ね高い適合度を示した。しかし、事例によってはほとんどの種類の基礎形式が適合と判断されるものもあり、確信度の設定に修正の余地があると考えられる。

事例ベース推論についても、概ね検証事例の基礎形式が類似事例の基礎形式の上位を占めていた。

しかし、事例数が直接基礎で1471件、場所打ち杭(リバース)で8件など母数に差があるため、事例数の少ない基礎形式が類似度の高い事例として表示されない場合があり、この点も今後検討していく必要がある。

4. おわりに

今回は、昭和60年度に行った基礎形式選定手法調査の結果を用いて、2重の推論システムを構築したため、信頼性の高いエキスパートシステム(プロトタイプ)を開発できた。

今後は、本システムを専門家や一般使用者に試用してもらい、ヒアリング調査を行って、改善点の洗い出しを行うとともに、本年度に行った基礎形式選定手法調査の結果を用いて、事例データの増加を行う。

また、近接施工、地層の影響等を加味した事例ベースの充実、ヘルプ機能強化等によりユーザーインターフェースの充実を図り、経験の浅い技術者や基礎設計の専門担当者以外でも、計画段階で基礎形式の選定が可能なシステムを確立する予定である。

参考文献)

1) 岡原、木幡、小池：構造物基礎形式の選定手法調査，土木研究所資料 第2528号，昭和63年1月