

工法選定エキスパートシステムの知識表現について

2F-10

狩野 茂 渡辺 克彦

鹿島建設株式会社

1. はじめに

従来、技能集約的な建設業において重要となる設計・施工分野のノウハウは、施工経験や工学的な実験に基づいて得られるものが多く、コンピュータによる業務支援には限界があった。エキスパートシステムは、上記のようなコンピュータ化が困難であったノウハウの蓄積や継承・利用に有効な手段となってきた。1)2)

本稿では、建築の実施設計時・施工計画時にポイントとなる工法選定の知識表現について述べる。工法選定といった場合、単に工事現場に適した工法を選択するだけでなく、選択した工法を現場に適用する仕様を決定する必要がある。つまり設計を必要とする。このため、知識表現は選択型のものとして設計型のものからなる。

以下、これに基づいて開発したパーソナルコンピュータで稼働する実用システム REWARD(山留め仕様選定エキスパートシステム)を例として説明する。3)

2. 工法選定問題

工法選定は建築の実施設計時と施工計画時に大きなウェイトをしめる作業である。工法の選定は資源・工期などの経済的要因に係わるだけでなく、特に地下工事では工事の安全性に直結する重要な問題となっている。

この作業は、施工現場に適した工法を選択するフェーズと選択した工法の仕様を決定するフェーズに分解すると考えやすい。地下工事の山留めの例でいえば、掘削した地盤面を留める遮断壁の選定のフェーズとその壁と壁を支える梁の位置と部材を決定するフェーズへの分解である。

3. 選択型の知識表現

工法の選択は与えられた施工現場の種々の条件から最適な工法を抽出する選択型の問題となる。これは選択対象をオブジェクトと考え、その性能

属性でクラス化を行うと性能の継承関係を持つわかりやすい木構造ができる。(図-1上)クラスの階層は推論の効率よりも推論の説明過程にあわせたほうが、知識の検証も判定ルールのメンテナンスもやり易いというのは経験則である。また、高度に安全性が必要とされる問題についてはファジーや確信度のようなあいまい性の導入は現状では適切とは思えない。利用者を納得させる説明が与えられることに重点をおいている。

推論は木構造の根から葉へと選択条件に見合う性能を持つクラスへ引き継がれていく。これはメソッドからのルール起動と、サブクラスのメソッドへの処理の依頼で自然に実現できる。オブジェクト指向の概念の利用により工法の追加・修正もオブジェクトの追加・性能属性の修正で容易である。

また、工法に多様性を与えるものに併用工法がある。専門家の推論ではこれはある意図していた工法がある1つの条件のためだけに不適となった時に現れるパッチ的な工法である。山留めの場合でいえば”地盤が固すぎる”ためのみで工法が不適とされた時、若干コストはかかるが掘削機械に手をいれて解決してしまおうという方法である。

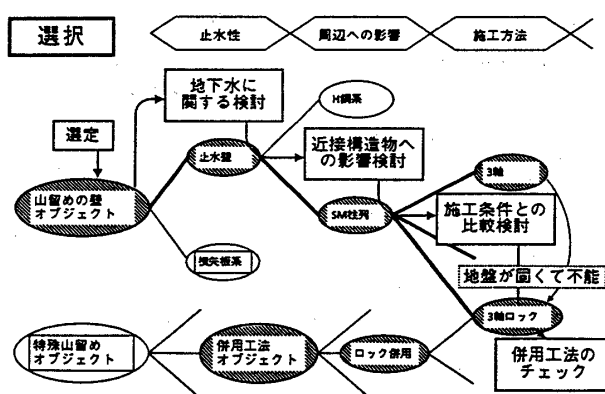


図-1 山留め壁選定の推論課程

このような特殊な状況に現れる工法を単純に木構造に加えると通常は不要な検討を増大させることとなる。これには、併用工法のパターンをクラス化して別の木構造とし、対象となる工法を通常の工法と併用工法の親クラスからの多重継承と工法間のリンクで対応する。併用工法の親クラスからのリンクを持つものにはメッセージを抑制し、通常の工法からの依頼をデモンで制御して併用工法に伝える仕組みとした。(図-1下)。

この仕組みにより、知識と推論のわかりやすさを保持したまま知識拡張に対応できるようになった。

4 設計型の知識表現

工法の設計は選定した工法の仕様を建築現場の種々の条件にあわせて決定する設計型の問題である。一般にこの種の問題は容易に最適解が見つかることは少ない。また、制限された条件のみで最適性を追求することはむなしい結果を生む原因ともなる。

これには、専門家のもつ経験的な知識を利用して複数の設計案を生成し、それぞれの制約条件を検査する *generate & test* の方法が有効である。また、ある程度バラエティのある可能な設計案を複数個用意すると容易に比較でき、利用者の判断を助ける。

山留めの場合では山留め壁を支える梁の数(断面方向)とそれぞれの深さ位置が設計すべきパラメータとなる。それぞれの設計案は山留め壁のクラスと梁のクラスのインスタンスで構成される。さらに複数の設計案を区別するために多重世界機構を導入すると自然に管理できる。設計案を1つの世界として *generate & test* を行うために、

- ・仮説世界の生成
- ・仮説世界の制約の検査
- ・仮説世界生成の停止
- ・採用する仮説世界の選択

をルールで記述する。推論の効率化のためには *ATMS* が有効である。

梁の増減または位置の変更ルールにより複数の設計案が生成される。設計案は多重世界の1つとして生成・保持され、その中で制約条件の検査が実施される。制約条件とは梁と建物の地下躯体との干渉や応力計算に基づく安全検査などがある。設計案の比較をスムーズにする意図から、制約を満足する複数の設計案を採用する。

多重世界と *generate & test* を用いたモデルは

その動作が解り易く、専門家からの知識獲得を容易にする効果があり、その後のルールの調整も容易である。

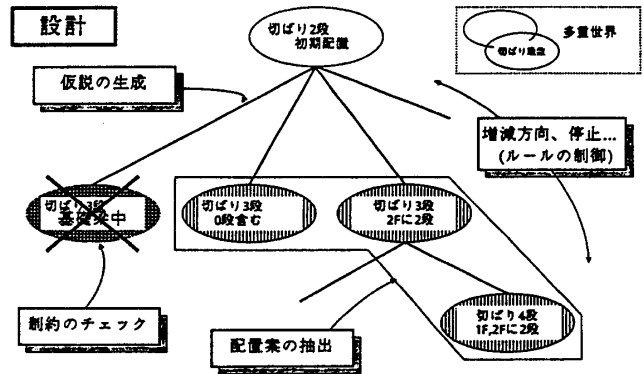


図-2 配置案作成の推論過程

5. 結論

工法選定問題を選択型と設計型の問題にわけ、それぞれに対応するオブジェクト指向をベースとした知識表現について述べた。

オブジェクト指向表現とルールを組み合わせることで柔軟でかつメンテナンスしやすい知識を構築することができた。

例とした山留め仕様選定システムは当初 Xerox1121上の KEE を用いて開発したものである。システムは普及のため、知識表現方法を整理して、PC98上の KBMS/PC を用いて開発しなおした。知識表現は特定のツールに依存するものではないが、オブジェクト指向とルールとを自在に組み合わせることが要件である。

山留め仕様選定システムは既に数度のチューニングを経て実用システムとなっている。

6. 謝辞

最後に本稿の考察にあたり御協力を頂いた鹿島建設株式会社建築工務部、同東京支店の方々には感謝いたします。

[参考文献]

- 1) 田中、渡辺、松田:「オブジェクト指向に基づく建築基礎設計ESのCommon Lispによる記述」,日本ソフトウェア科学会第5回大会,1988
- 2) 渡辺:「山留め計画エキスパートシステム」,情報処理学会(前期)全国大会,1989
- 3) 渡辺、石井、上野:「山留め仕様選定エキスパートシステム」,日本建築学会1990年度関東支部研究発表会,1991