

設計基準の知識表現に関する考察

3M-5

その2: 選択評価基準

○阿部頼昌・田中宏隆・松田元男 (鹿島建設)

1. はじめに

建築物の設計過程では、設計対象を構成する要素や工法などの候補を評価・選択しながら組み合わせる行為が頻繁に行われる。その評価基準がひとつの設計知識であり、一般に設計現場では2次元マトリクス状の選択肢評価表(以下決定表と呼ぶ)にまとめられていることが多い。従って、決定表に盛り込まれている内容を明らかにし、適切な知識表現方法でコンピュータに蓄え利用することが重要である。

本稿では、建築物の基礎構造を設計する際の杭の形式選択知識を取り上げ、これにグラフ理論のDulmage-Mendelsohn分解を応用した効果的な知識表現方法について考察する。

2. 本システムの特徴

杭の形式選択における初期段階では、各種の条件により技術的に可能な形式が数種に絞り込まれる。決定表として与えられた条件を、主としてプロダクション・ルールの形にして推論するシステムを作成して考察を行った。

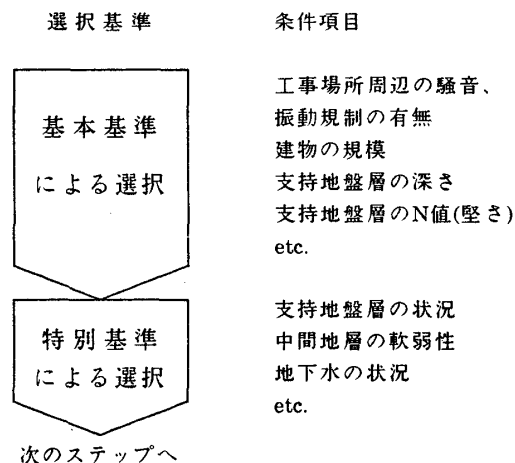
本システムでは決定表による基準を整理するために、条件と選択肢との間に満足関係で構成される2部グラフをDM分解する方法を適用した。DM分解を行なうことにより、条件と選択肢がクラス分けされ、同時にクラス間の階層関係を明らかにすることができる。

通常設計現場では決定表は何らかの視点で整理されているので、そのままプロダクション・ルールにすることは難しくない。しかしルールが平板になりやすく、選択を行うための知識表現としては、必ずしも適当ではない。決定表で与えられた基準内容を階層化することにより、その内蔵する意味がとらえやすく効率的な推論につなげることができる。

実際DM分解を行うと条件と選択肢共にクラス分けされるので、システムは前向き推論も後向き推論も同様に効率的に行うことができる。

3. 杭形式の選択

選択の基準としては、基本的なものと詳細なものとの2段階がある。設計者は基本的なもので大まかなふるいをかけた後、詳細な基準を評価して最終的な形式案を選定する。以下にその手順を示す。



4. 選択基準の知識表現

4.1 基準マトリクス

選択肢である杭形式を行(U1...Un),設計の条件を列(W1...Wn)として、技術的に施工可能な箇所に印をつけた2次元マトリクスで表現する。

	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>4</sub>	W <sub>5</sub>	W <sub>6</sub>
U <sub>1</sub>		○			○	
U <sub>2</sub>		○			○	
U <sub>3</sub>		○			○	○
U <sub>4</sub>	○	○		○	○	○
U <sub>5</sub>	○	○	○	○	○	
U <sub>6</sub>	○	○	○		○	
U <sub>7</sub>	○	○	○	○	○	○

4.2 DM分解

基準マトリクスをDM分解することにより、杭形式、設計条件共にクラス分けし、その間の階層関係を明らかにする。例えば図のようなDM分解後のマトリクスからは、設計条件に関して左から右へゆるい一般的なものからきびしいものへと順序があり、杭形式については上側が幅広い条件をカバーするもので、下側が特定の場合に選択される形式群であることがわかる。

また、DM分解によってクラス分けされた内容についても、たとえばあるクラスは支持地盤への杭の打込みに関する条件群、あるクラスは固い地盤に可能な杭形式群、というように意味付けられる。

	W <sub>4</sub>	W <sub>5</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>6</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>5</sub>
U <sub>7</sub>	○	○	○	○	○	○
U <sub>4</sub>	○	○		○	○	○
U <sub>5</sub>	○	○	○		○	○
U <sub>6</sub>		○	○		○	○
U <sub>3</sub>				○	○	○
U <sub>1</sub>					○	○
U <sub>2</sub>					○	○

: 強連結成分  
 : ルール生成時のクラス分け

4.3 前向き推論時の規則の組立て

前向き推論は可能な形式を洗い出すことに相当し、分解の結果得られた基準の条件側階層を用いて規則を組み立てる。

ルールの通用順は設計条件のきびしい順とし、DM分解にて得られた条件のクラスを主条件にしてルールを階層化する。更に、主条件と残された条件(U<sub>7</sub>の時のW<sub>3</sub>,W<sub>6</sub>,W<sub>2</sub>,W<sub>5</sub>)とで下位のルールを生成する。この方法で構造化したルールは、前向き推論で選択する場合の最も効率的な戦略となっている。

$U_7 \leftarrow WC_1 \& WC_2 \& WC_3 \& WC_4$        $WC_1 \leftarrow W_4 \& W_1$   
 $U_4 \leftarrow WC_1 \& WC_3 \& WC_4$        $WC_2 \leftarrow W_3$   
 :       $WC_3 \leftarrow W_6$   
 $U_2 \leftarrow WC_4$        $WC_4 \leftarrow W_2 \& W_5$

4.4 後向き推論時の規則の組立て

後向き推論は一つ一つの杭形式の実現性をチェックすることに相当し、選択肢側の階層を中心に規則を組み立てる。

ルールの通用順は汎用性の高い形式からとし、DM分解で得られた杭形式のクラスを中心にルールを生成する。クラス内での選択のためのルールは下位の条件を用いる。この方法で構造化したルールは、後向き推論で選択する場合の最も効率的な戦略となっている。

$U_7 \leftarrow UC_1 \& W_3 \& W_6 \& W_2 \& W_5$        $UC_1 \leftarrow W_4 \& W_1$   
 $U_4 \leftarrow UC_1 \& W_6 \& W_2 \& W_5$        $UC_2 \leftarrow W_3$   
 :       $UC_3 \leftarrow W_6$   
 $U_2 \leftarrow UC_4$        $UC_3 \leftarrow W_2 \& W_5$

5. 今後の課題

DM分解は決定表の項目間の関連性をもとに階層のあるクラス分けを明示してくれるので、設計基準を形式的に表現する際に非常に有効であることが確認された。DM分解そのものの過程においてはかなりの試行錯誤が必要となるが、これは基準知識そのものの意味を検討しながら整理する作業に相当する。

今回のシステムでの考察は、決定表を構造的なルールにすることに焦点を絞ったが、0-1の項目間の満足関係だけでなく、Analytic Hierarchy Processのような定量評価や必ずしも構造にとられない連想的な選択も表現方法として必要であると考えられる。

最後に本考察にあたり有用な助言を頂いた鹿島建設(株)建築設計本部 河添専門部長ほかの方々へ感謝いたします。

[参考文献]

- 1) 田口, 菊地, 関, 吉澤: 「グラフ理論を応用した品質表の分析手法」, 品質, vol.16, no.1, 1986, 日本品質管理学会.
- 2) 伊理, 韓: 線形代数, 1977, 教育出版.
- 3) 西野, 阿部, 松田, 芝木: 「設計基準の知識表現に関する考察」, 1986, 情報処理学会(前期)全国大会.
- 4) 白石, 松本, 谷川: 「新しいコンピュータ言語 Prologの橋梁形式選定システムへの適用」, 橋梁, vol.5, 1985, 土木学会橋梁編纂会.