

I - 384

構造物の設計に関するエキスパートシステムの開発

首都高速道路公団 正会員 植木 博
首都高速道路公団 正会員 斎藤 亮
パシフィックコンサルタンツ(株) 正会員 ○玉木宏忠
パシフィックコンサルタンツ(株) 中島 進

1. はじめに

土木構造物の設計における各種工法・形式の選定は、構造条件、地盤条件、施工条件および環境条件など様々な選定条件が複雑に関連しており、数多くの工法・形式から最適なものを選定することは、各種技術の専門知識や経験的判断がなければ難しい問題である。また、首都高速道路は都市内であるため、施工空間、近接施工、騒音・振動対策など他の道路橋と比較し、施工時における制約条件が非常に厳しいものとなっている。そのため、各種工法・形式の選定においては、これらの条件についても検討を行っている。

以上を踏まえ首都高速道路公団では、これまで蓄積してきた基礎及び仮設の形式選定のノウハウを整理し今後の基礎資料とすること、及び若手技術者に対する技術的判断の支援を目的として「基礎形式選定ファジィエキスパートシステム」と「仮設形式選定ファジィエキスパートシステム」の2つのエキスパートシステム(以下ESと略す)の開発を行った。本稿では、これらのES開発の概要及び評価について報告する。

2. エキスパートシステムの概要

システムは、図-1に示す開発フローに従い、平成元年より開発を行った。開発機種については、公団内にネットワークの端末として導入されている「HITACHI2050/32E+」UNIXワークステーション上でAIツール「ES/KERNEL」を用いて開発した。

なお、システムの選定対象形式・工法は、基礎7形式11工法、仮設5形式39工法である。

(1) 工法・形式選定要因の抽出

基礎及び仮設形式選定に関する要因の抽出については、まず、既往文献から選定例を整理し、要因抽出に関するアンケート表を作成した。アンケートは、形式選定のための条件を荷重条件、地盤条件、施工条件、環境条件の4条件に分け、与えられた条件からどのような考え方で形式を選定するかを記入するものとした。このアンケート表を用いて公団内の技術者を対象に調査を実施し、KJ法、ブレインストーミングにより結果整理を行った。最終的に、アンケート調査結果から求まった形式選定要因を表-1に示す。

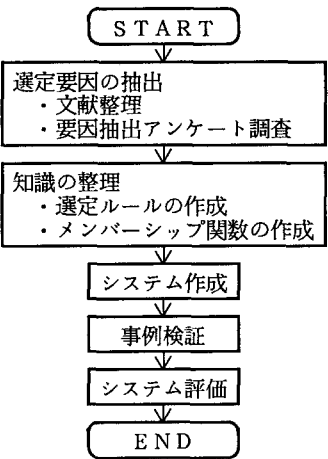


図-1 開発フロー

表-1 選定要因表

選定条件	荷重条件		掘削条件	地盤条件							施工条件					環境条件						
選定要因	鉛直荷重	水平荷重	掘削深さ	支持層深さ	土質条件	砂礫層の礫径	アンカーの定着地盤	地下水位	被圧地下水	流動地下水	現場の地形	水上施工・水深	施工空間	施工期間	河川の阻害の制限	施工帯の制限	近接構造物	支保工設置の制限	騒音・振動	周辺地盤の沈下	周辺の開発状況	有毒ガス
エキスパートシステム																						
基礎形式選定ファジィエキスパートシステム	○	○		○	○	○			○	○	○	○	○	○	○		○		○		○	○
仮設形式選定ファジィエキスパートシステム			○		○	○	○	○	○		○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	

（2）基礎及び仮設形式選定に関する知識の整理

抽出を行った選定要因の中で技術者の主観的あいまいさが含まれると考えられる要因については、それぞれメンバーシップ関数で表現しESの知識として取り入れ、最終的に、If～Then～形式のプロダクションルールを作成した。

メンバーシップ関数を用いて表現した要因を以下に示す。

- ① 鉛直荷重 ② 水平荷重 ③ 粘性土のN値 ④ 砂質土のN値
⑤ 砂礫層の礫径 ⑥ 支持層の深度 ⑦ 水上施工の場合の水深

メンバーシップ関数の1例として、直接基礎の支持層の深度に関するメンバーシップ関数を図-2に示す。

以上より、表-2、3に示すような基礎及び仮設形式選定に関する選定表を作成し、これを利用して選定ルールをまとめシステム化を行った。

また、選定表以外で重要な要因となる経済比較については、各種文献や公団のデータを蓄積した統計設計資料を参考に回帰式を設定し、システムに取り入れた。

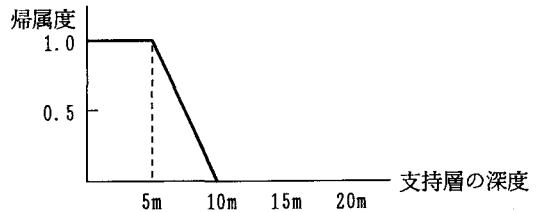


図-2 支持層深度のメンバーシップ関数（直接基礎）

3. 事例検証

開発したESに対して、首都高速道路における実際の形式選定事例（基礎9件、仮設16件）を適用し検証を行った。その結果、実際の事例のほとんどがESの選定結果の上位に含まれており良好な結果となった。

4. おわりに

本稿では、首都高速道路公団において開発した基礎及び仮設形式選定ファジィESの概要を示した。これらのESの評価を行うために現在各建設部局での運用検討を行っており、これによる知識の修正・追加を加えさらなる実用化を図る方向である。

また、現在、基礎と仮設の形式選定ESはそれぞれ独立しているが、本来は「基礎形式選定」→「仮設形式選定」の順で検討されており、入力項目についても重複するものが多いため、今後はこれらを踏まえ、基礎、仮設のESを合併し、一連に形式選定を行うシステムを検討する。更に将来的には上部工から下部工、基礎までを一貫して選定できるシステムとする予定である。

【参考文献】

- 1) 原光夫・斎藤亮：道路橋基礎形式の選定，基礎工Vol. 21, No. 8
- 2) 和田克哉・飯古道則：ファジィ理論による基礎構造形式の選定，土と基礎Vol. 39, No. 12

表-2 基礎形式選定表（一部）

基礎形式 選定条件			直接基礎	打入杭基礎	中掘り杭基礎	場所打ち杭基礎				
			RC杭	鋼管杭	RC杭	鋼管杭	オシロイ	リース		
荷重条件	鉛直力	200t未満	○	○	○	○	×	×		
		200 ～ 5000t	○	△3	△4	△3	△4	△1	△1	
		5000t以上	○	×	×	×	×	×	×	
	水平力	40t未満	○	○	○	○	○	×	×	
条件		40 ～ 1000t	○	△7	△8	△7	△8	△5	△5	
		1000t以上	○	×	×	×	×	×	×	
	地盤条件	支持層までの状態	粘性土	7未満	—	○	○	○	○	○
			N値	7 ～ 20	—	△19	△20	○	○	○
			20以上	—	×	×	○	○	○	○
砂		18未満	—	○	○	○	○	○	○	
		N値	18 ～ 30	—	△17	△18	○	○	○	○
			30以上	—	×	×	○	○	○	○
状態	礫層	礫径	50cm未満	—	△21	△22	△23	△23	△24	△23
			50cm以上	—	×	×	×	×	×	×

表-3 仮設形式選定表（一部）

仮設形式 選定条件		親杭横矢板			鋼矢板		
		自立式切ばり	アンカー	自立式切ばり	アンカー	自立式切ばり	アンカー
一般条件	掘削径	2m未満	○	○	○	○	○
		2m～20m	△①	○	△①	△③	△④
		20m以上	×	○	×	50	50
地盤条件	粘性土N値	2未満	××××	××××	××××	○	○
		2～20	△⑦⑦⑦	△⑦⑦⑦	△⑦⑦⑦	△⑧	△⑧
		20以上	○×××	○×××	○×××	×	×
	砂質土N値	20未満	○△△	○△△	○△△	○	○
		20～30	△⑨⑨	△⑨⑨	△⑨⑨	△⑨	△⑨
		30以上	○×××	○×××	○×××	×	×