

岩盤開発設計エキスパートシステムの開発

応用地質(株) 中西 昭友
 山口大学大学院 ○前田 信行
 山口大学工学部 正員 水田 義明

1. はじめに

最近のコンピュータは単なる計算機や記憶装置としてだけでなく電子頭脳を持ったコンピュータとして一般に認識され始めている。特に電子頭脳を利用したエキスパートシステムに対する関心は非常に高く、多くの分野でエキスパートシステムが造られ、その商品化が行なわれている。本研究は岩盤工学の分野にエキスパートシステムを導入するものであり、岩盤工学分野の専門家を支援するための岩盤開発設計エキスパートシステムを試作した。本研究は現在考えられているあらゆる種類の岩盤開発設計に資する解析システムをデータベースとするエキスパートシステムを利用することによって、ユーザー自身が問題解決のための最適な解析システムの選択及び解析の実行が容易にできることを目指している。

2. エキスパートシステム

エキスパートシステムは専門的な知識と推論手続きを用いて、解を得るために専門家の有する主要な知識を必要とするほど難しい問題を解く知的なコンピュータプログラムであるといえる。エキスパートシステムは専門家の思考過程や経験や専門知識を集約した“知識ベース”とそれらを実行させる“シェル”と呼ばれるプログラムで構成されている。また、知識ベースは質問事項と決定事項と規則で構成されている。エキスパートシステムの構造の概略図を図1に示す。ユーザーはインターフェイスを介してエキスパートシステムと対話を行なうことができ、専門家に相談するのと同様の手順により、最適解を得ることができる。また、エキスパートシステムは簡単に利用でき永久性や拡張性があることが最大の利点である。

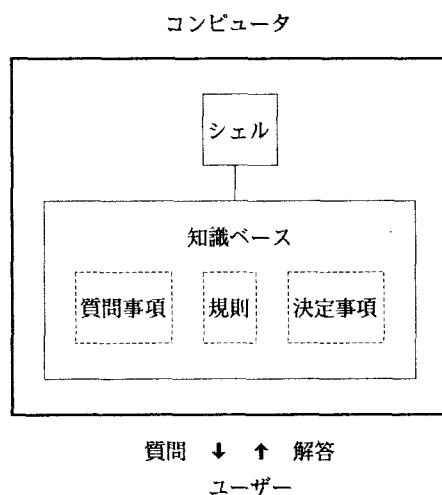


図1 エキスパートシステムの構造

3. 知識ベース

知識ベースはエキスパートシステムの中核部であり、専門家の知識を構成する事実と規則を網羅しているものであり、文献や経験によって得た専門家の知識が集約されている。知識ベースの作成にあたり、その分野に関する幅広い知識が必要であり、数々の現場で実際に仕事をしたり、いろいろな経験をしていることが望ましい。結局のところ、知識ベースというのは人間の専門知識を機械が使用できる形にする一つのプロセスである。それには専門家の長期の協力が必要であり、完成した知識ベースは専門家と同程度の知識を持つはずである。

本研究では、掘削に伴う岩盤挙動の予測解析のための知識ベース、岩盤内浸透流の予測解析のための知識ベース、坑内気象の予測解析のための知識ベースの三つの知識ベースを作成した。従来から使われている岩盤挙動の予測解析手法は大きく分けると差分法、有限要素法、境界要素法などがある。掘削に伴う岩盤挙動の予測解析のための知識ベースの作成にあたり、次の様なそれぞれの解析法の特徴を考慮に入れた。

- 1) 差分法は連続体モデルが直交座標系で表わされた規則正しいメッシュの交点を節点とし、その節点に関して偏微分方程式が差分表示される。従って、隣り合う節点間距離が無小でないところに数学的近似があり、対象領域が隣り合う節点との中間で座標軸と直交する共有面を境界として見掛け上の要素に分割される。
- 2) 有限要素法は連続体や不連続体のモデル化が可能であり、定常問題と非定常問題のどちらでも適用できる。連続体の場合はモデルが多角形または多面体要素に分割され、それらの頂点に関して方程式が組み立てられ、その頂点を通じてのみ力が伝達されるという点で物理的近似がある。また、不連続性岩盤についてはジョイントエレメントや剛体バネモデルなどが使用できる。
- 3) 境界要素法は対象となる領域の境界だけを要素分割すれば良く、対象領域の次元よりも1次元低い次元での解析ができる。擾乱によって誘起された変位を直接計算できるが岩盤が不均質あるいは非弾性体として扱う場合は境界要素法の利点は失われる。

岩盤内浸透流の予測解析のための知識ベースの作成にあたり、主に次の四つのことを考慮に入れた。

- 1) 解析対象が1次元、準2次元、2次元、準3次元、3次元かによってそれぞれに対応するプログラムが異なる。
 - 2) 差分法は手法的には簡単であるが、複雑な境界条件を導入することはその利点を損う。また有限要素法についてはその逆のことがいえる。
 - 3) 定常解析か非定常解析かにより対応するプログラムが異なる。
 - 4) 飽和流解析か不飽和流解析かによって対応するプログラムが異なる。
- 坑内気象の予測解析のための知識ベースの作成にあたり、主に次のプログラムの特徴を考慮に入れた。
- 1) 地下風道が複雑な構造をしている場合の解析プログラムとして、自然通気を利用し、また扇風機を用いて通気を行なう場合の坑内温度、湿度及び気流温度を解析することができる。
 - 2) 地下風道が単純な構造の場合の解析プログラムとして、トンネル供用時に外気の急変に対するトンネル内気象変化の予測、廃坑内通気による坑内気流熱エネルギー抽出量の予測、高温岩盤から気流への熱伝達制御のための断熱ライニングの効果の予測などができる。
 - 3) 掘削中の坑道の局部通気の場合などの解析プログラムとして、環境状態を考慮に入れた風量の計算、風量を考慮に入れたダクトと掘進中の坑道の温度と湿度の予測計算ができる。
 - 4) 風量又は風速だけが問題となる場合に各風道の風量が簡単に解析できる。

4. 解析プログラム

本研究で作成した解析プログラムは、コンピュータや解析する分野に関する知識が豊富でない人でも簡単に使えるように、すべて対話形式になっていて、ディスプレイ上の質問に答えるだけでデータの入力ができる。入力データを保存するルーチンや修正するルーチンも備えており非常にユーザーフレンドリーであることが大きな特徴の一つである。

掘削に伴う岩盤挙動の予測解析プログラムとしてFEM2次元弾性解析、FEM2次元弾塑性解析、DDM2次元解析、FSM2次元解析、FSM-DDM2次元連成解析、DEM2次元解析、RBSM2次元解析などがある。岩盤内浸透流の予測解析プログラムとしては2次元浸透流解析、軸対称浸透流解析などがある。坑内気象の予測解析プログラムとしては岩盤内熱流及び気流との熱授受解析などがある。

5. おわりに

本エキスパートシステムの作成にあたり次のようなことに注意する必要がある。まず決定事項を明確にし、おき、それぞれの決定事項の利点・欠点を把握すること。質問事項は決定事項の特徴を踏まえた上でわかりやすいこと。