

III-270

エキスパートシステムの岩盤力学への適用について

成和コンサルタント 正 ○大坂 一
 中部電力株式会社 正 土山 茂希
 名古屋大学 正 市川 康明

まえがき

近年、コンピュータの性能向上、低価格化により、土木分野でのコンピュータ利用が急速に浸透し始めている。特に、数値解析の分野では、理論の発達、数値解析手法の発展により、その利用は急激に増大した。しかし、数値解析を実際の設計へ適用しようとする、解析条件の設定や設計定数の決定には広範囲の知識と経験を必要とし、誰でもが気軽に利用できるまでには成っていない。これは、サイト毎に設計条件が異なっているため、これまでの経験が簡単には基準化出来ない為である。これを解決する手段としてエキスパートシステムが考えられる。エキスパートシステムは、コンピュータが利用者に質問する事によって状況に関するデータを収集し、経験則と呼ばれる判断規準に従って解答を出力するもので、利用者にとっては直ぐそばに専門家がいないよう行動する。経験則は、各分野の専門家が行なう実際の判断から抽出され、コンピュータに蓄積されるもので、経験則の追加、変更が簡単に出来るのがエキスパートシステムの特徴の一つである。ここでは、この考えを岩盤力学に適用して、数値解析と経験を結合した岩盤の力学挙動推論システムの作成について検討する。

1. 機能構成

岩盤の力学挙動推論のシステム化を考えた時、システム構成として図-1の構成が考えられる。実線で囲まれた部分はエキスパートシステム的に構成され、それぞれの部分がそれぞれの専門家に対応する。点線で囲まれた部分は一般的に使用されているプログラムで、大量の数値計算処理やデータ検索を担当する。エキスパートシステムがプログラムの入力データ作成、稼動、結果の受け渡し等全てを制御することにより、設計作業全体の効率向上と、試行的計算と判断を組み合わせた設計上の高度な工学的判断をシステムに導入することが可能となる。

実際の岩盤の力学挙動を推論する順序は試行錯誤的であり、解析の目的、対象構造物の重要性、判明している岩盤情報の程度等の与条件と設計技術者の判断によって異なってくる。このシステムでは、そのような実行順序の調整は「全体の制御」で行い、解析の目的設定、重要性の判断、岩盤情報の程度の判定、岩盤の全体的評価および適切な解析モデルの選定が「解析モデルの選定」で行われる。「荷重条件の設定」では、地震力、初期応力、地下水の水圧状態が設定される。「岩盤特性の決定」は設計に必要な材料定数の決定と、断層の評価、不連続面の評価、風化に対する安定性判定、膨潤性の判定等岩盤特有の問題に対する判断が要求される。これらの決定には、図-2に示すように、多種類の情報を有効に使用すると共に、目的を達成するのに必要な

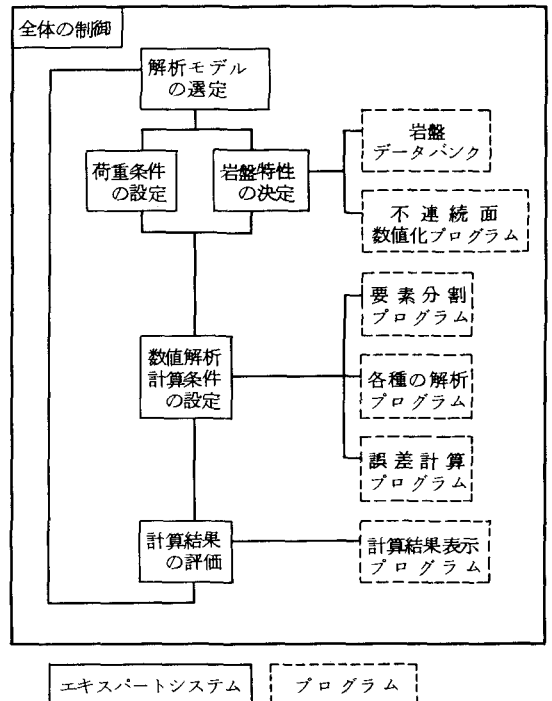


図-1 岩盤の力学挙動推論システム全体像

情報が不足であれば、必要な情報とその入手方法を指摘する機能が必要となる。「数値解析計算条件の設定」は有限要素法や極限平衡解析に必要な情報の生成と、情報の生成に関する判断で構成される。これらの判断には、計算精度と計算費用のバランス、構造物に対する適切な要素モデルの選定、計算誤差や収束状況の判定等、まだ経験的に決定している部分が対応している。「計算結果の判定」は、円弧すべりの安全率のように、一つの数字で示される計算結果と、有限要素法で求められる応力値のように、平面的または立体的に分布している計算結果に対する評価が考えられる。安全率や最大変位量などには構造物の性質、施工条件から決定されるものが多く、各種の規準等を経験則として考えることが出来る。分布している値に対しては、判断基準として、ゆるみ域、塑性域、一定応力以上の領域等、広さと強さを同時に考慮しており、そのままではコンピュータには蓄積しにくく、適切な変換が必要となる。

2. データ構成

上記の機能を効率良く発揮させるには、それに対応した、シンプルなデータ構造が必要となる。その一例として、図-2のような構造が考えられる。設計全般の情報には、構造物の寸法や重要性等の全体を通じて統一しなければならない情報と、各設計レベルでの情報を互いに交換するのに必要な情報が含まれる。一回の弾性解析、一回の円弧すべりを設計ケースと呼ぶと、設計ケース毎に、試験結果等を除いた、計算に必要な情報を独立したものとして取り扱う。設計ケースの情報には、強度特性や変形特性についての材料定数、設計荷重の種類と値等、他の設計ケースと同一の構成に成っている部分と、要素分割や計算結果のように、解析方法が異なると、異なった構成になっている部分が考えられる。設計ケースの情報で同一の構成になっている部分は、一度

設定されると、二回目以降は最初のデータが複写され、対応する基本情報に新しいデータが追加された時に、その内容が書換えられる。基本情報は利用者から与えられるか、または岩盤データベースより得られる。岩盤データベースからは、岩種と地域を検索コードとして、試験結果または文献から検索すること等が考えられる。また、各設計ケースで与えられたデータはデータベースに登録される。

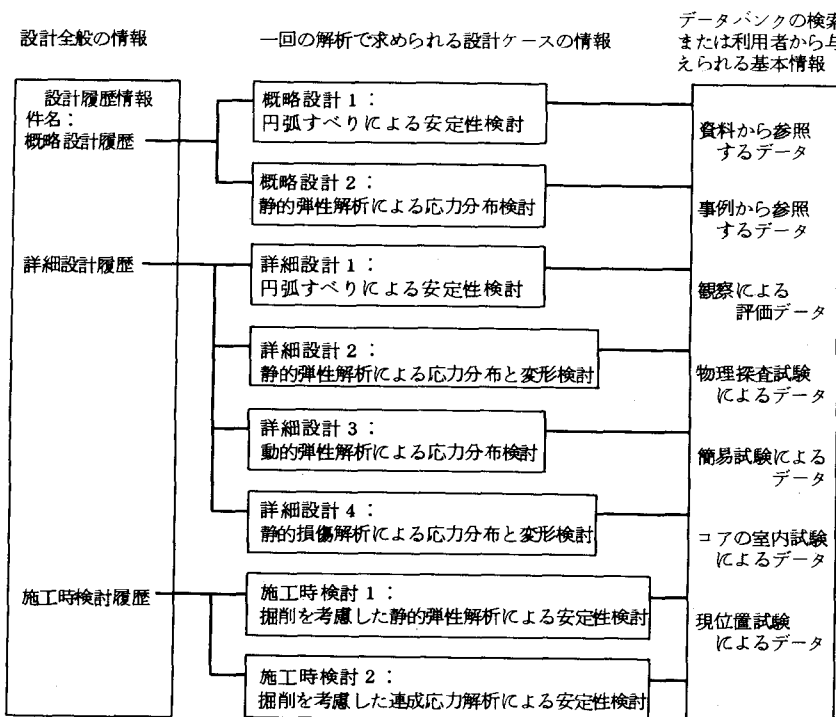


図-2 岩盤の力学挙動推論情報の構造化例（斜面）

あとがき

岩盤の力学挙動推論のシステム化に、エキスパートシステムが有効であり、岩盤の設計効率向上が考えられる。今後、本システムの実現に向けて研究を進めていきたい。最後に、本研究に貴重な助言と多大な御協力を頂いた名古屋大学地盤工学教室の川本教授と教室の皆さんに感謝の意を表します。