

東洋建設(株)	正員	松尾 義弘
神戸大学工学部	正員	板村 俊郎
神戸大学工学部		宮垣 直也

1. はしがき

近年宅地の開発は急傾斜地にまでおよぶようになっており、このような場合、当然災害に対する安全性を検討することが必要となる。斜面の専門家は、長年の経験と勘に基づいて判断を下し、斜面安定工法の決定を行っている。しかし、斜面崩壊問題に精通した技術者は限られており、このような専門家の知識はすべての技術者が保有するものではない。もし計算機を援用して、いわゆる知識工学の手法により、一般の技術者にもこれを容易に利用できるになれば工学的に有用ではないかと考えられる。本研究では、究極的には、この専門家の知識と同程度の能力をもつコンサルテーションシステムの開発を目標としているが、現段階では、極く初歩的なものであり、使用している知識はほとんど既発表の文献の水準、一問一答形式といったものである。ただ、使用言語を Prolog としたこと、確信度を導入したこと等に特色があると思われるのでここに紹介する。

2. 不確かな知識の取り扱い

専門家の持つ知識は、長年の経験や勘などといったあいまいさの伴う知識も含んでいる。このようなあいまいな知識を取り扱う場合、入手したデータにあいまいな部分がある場合、得られる結論もまたあいまいさを含んでいる。このあいまいさを取り扱う手法として、知識工学の分野では確信度と称ばれる尺度を導入することが一般的である。またあいまいさの伴う問題においては、通常の2値論理にみられるような AND/OR 関係以外の第3の論理関係が存在する。この第3の関係は COMB 関係と称ばれる。COMB 関係によって2つの前提部が独立して成立したときの結論部の確からしさを表現することができる。

本研究では汎用エキスパートシステムの1つである EMYCIN に範をとった。EMYCIN では確信度を-1(完全な否定)から1(完全な肯定)の間で表わし、AND/OR/COMB 関係により論理関係を記述する。

3. コンサルテーションシステムの構成

専門家が実際の斜面について判断を下す場合、全体計画段階の概査を空中写真調査、地表調査、資料調査などにより行い、一次的な危険度を予測する。さらに特定斜面の設計・施工段階の精査をサウンディング、ボーリング、サンプリングなどで得られたデータにより、二次的な崩壊危険度を予測しさらに対策上の決定を行う。このとき専門家が用いる知識は IF-THEN 形式によって表わすことのできる手続き型知識であると考えられる。その理由として斜面の安全性を判断するという形で知識を利用するため、個々の知識は全て安全性との関係に注目されるという点を挙げることができる。したがって、本システムでは全ての知識をプロダクション・ルールの形で蓄え、IF-THEN 形式の判断により知識を利用する。プログラム言語としては Prolog を使用した。これは Prolog が一階述語論理型言語であり、プロダクション・ルールによる推論が容易に行なえることによる。

今回構築したシステムは、自然斜面の表層崩壊に対する概査の診断と切り工斜面における基岩崩壊に対する精査の診断の2つの部分である。ここではこのうち表層崩壊に対するシステムを中心に紹介する。このシステムのフローチャートは図-1に示すとおりである。このシステムは1問1答の形式をとるシステム利用者がもっている斜面のデータを入力することによって、危険度の判断ができるようになっている。また斜面の調査を行なうにあたって必要な事項の指示を表示するシステムとなっている。質問の内容は室内調査と現地踏査内容とに分れている。第1次調査では1/25000程度の地形図、地質図、空中写真、災害記録などを用意し、その調査結果をデータとして入力する。ここでまず室内調査のみで得られたデータの危険度を計算する。その計算結果より現地踏査の

内容を入力する。次にシステムより表示された現地踏査を実際に行うものとする。画面の表示例を図-2、図-3に示す。図-2は表層崩壊コンサルテーションシステムの質問の開始部分、図-3は質問の終了部分である。

基岩崩壊に関するコンサルテーションシステムは、崩壊の形態を切土斜面上の円弧すべり面を伴う基岩崩壊に限定している。本システムは室内調査により得られた結果とボーリング柱状図データの結果により斜面宅地の基岩崩壊に対する危険度を検討する。

Prologでプログラムを組むにあたり、CF値(確信度)の計算に若干の工夫を要した。現在のシステムでは、NEAC-1000上のProlog拡張版Shape upによりプログラムを組んでおり、ここではCF値の計算、記憶にはproperty listを使用している。確信度の計算、ANDCF, ORCF, COMBCFを条件部における述語として利用できるようにライブラリとしてLIBFLファイルに登録した。

4. まとめ

本研究では斜面宅地開発コンサルテーションシステムとして、既発表の文献の水準が部分的ではあるが、斜面の危険度を判定するシステムを構築した。今後の研究課題としては次の諸点があげられる。

(1) 診断する崩壊パターンの複数化。実際に宅地として開発される斜面は多岐にわたっており崩壊パターンも多数考えられることができる。

こうした複数の考えられる崩壊パターンを同時に診断できるシステムとすることが必要である。

(2) 言語処理機能の強化。今回のシステムで用いたような1問1答の形式では冗長な質問が多くなり、操作性が悪くなる。またシステム利用者の知識水準に応じたシステムとすることが困難である。柔軟性の高い応答を可能にする必要がある。

(3) パソコン化。

本研究を進めるにあたって、斜面崩壊の専門家として神戸大学土地造成工学研究施設の沖村 孝助教授にいろいろ御教示頂いた。ここに深く感謝の意を表します。

参考文献

石塚 満: 不確かな知識の取り扱い, 計測と制御, Vol. 22, No. 9,

PP 30~35, 1983 はか。

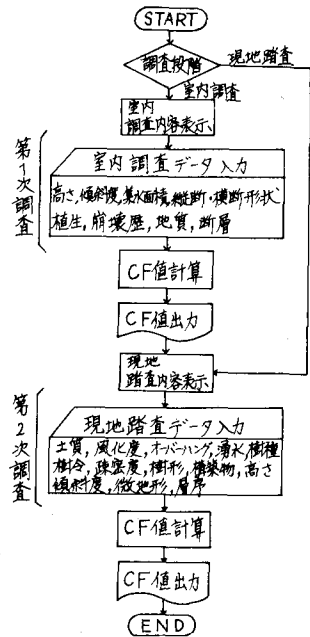


図-1 表層崩壊コンサルテーションシステムフローチャート

*** SHAPEUP sYstem Ver 1.11.A6S started ***

>:-OLD("SLOPE-1").

>:-START.

シャメンノ ヒョウソウホウカイノ キセントロヲ リンテイスルタメニ ツキモノヲ ヨウイシテクダサイ

1. 1/250000 テイトノ チツ

2. チツツツ

3. クチウシヤシン

4. カコノサイカイキロク

1.2.3.4. カヨウイキキタラ. :-RUN. リターンシテクダサイ

タダシ. :-RUN. スルマニ :-CMSS. テニウリョクシテ

スタックスワ スベテ 500 マテ テクテクダサイ

>:-RUN.

Q1. ケンチノチツヨリ シャメンノタカ トウコウセンノカンカヲ ヨミトレマスカ

1. ヨミトレマスカ

2. ヨミトレナイ

?1

Q1. シャメンノタカハ トレクライテスカ?

1. 5メートルミマン

2. 5メートルイショウ 10メートルミマン

3. 10メートルイショウ 20メートルミマン

4. 20メートルイショウ

5. ワカラナイ

?2

Q2. シャメンノカフトハ トレクライテスカ

1. 25°ミマン

2. 25°イショウ 35°ミマン

3. 35°イショウ 45°ミマン

4. 45°イショウ

?

図-2 画面表示例. システム発動, 質問開始

Q15. ケンチテ シャメンノカフト タカサ ソクリョウシマシタカ?

1. シタ

2. シナイナイ

コノシャメンノ キセントロハ 28 メタス

!!!CC コノシャメンノ カトリキケンテアル

!!!CC ホーリング ランチンインフ ランチンインフ ナトデ ラニクワシイ チョウサ

!!!CC オコナツチ チキセツタ タイサツカ カンカエテ フタサイ.

!!!CC ケンシテンチ カンカエタル タイサツコウ センタクスルナラ :-TAISAK. ヲ

!!!CC リターンシテクダサイ.

図-3 画面表示例. 質問終了, 出力, システム終了