

エキスパートシステムを用いた道路交通施設の震後復旧支援システムの開発

京都大学工学部 正員 山田善一 野田 茂
 京都大学大学院 学生員 ○東川直正 五十嵐 晃

1. はじめに 地震により、土木構造物が破損したとき、どのように復旧すべきかを短時間に決定しなければ、復旧が遅れたり、あるいは大きな2次災害にかかわることが考えられる。しかし、こういった問題に対する意志決定は専門家の経験によるところが大きい。そこで、本研究では、復旧を指示する末端の管理担当者を対象として、震後の復旧対策を検討する際に、意志決定を支援するシステムとして、パソコン(PC-9801 VM4を使用)

した)上で使えるエキスパートシステムを開発するものである。このシステムは、専門家の知識をコンピュータにルールという形で蓄えておいて、末端の管理担当者がCRT画面から表示される質問に答えていけば、コンピュータがルールを組み合わせ推論を行い、復旧の方針と工法を表示する。なお、プログラムの作成にはLISP言語(GCLISP)を用いている。また、システムの開発に当たっては、最近、建設省で作成された『土木構造物の震災復旧技術マニュアル(案)』を利用した。

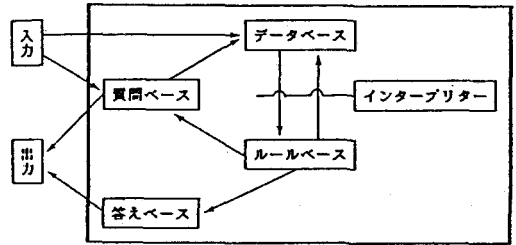


図1 本研究でのシステムの構造

2. 開発したシステムの構造(盛土被害の場合) 本研究で開発したシステムの構造は図1のようなものになる。このシステムは、入力された事実を入

```

:ルール10: (if (盛土被害) (平地盛土) (2段階)
              then (*load "c:¥¥togawa¥¥ans12.lsp")
                 (*which-pattern))
:ルール19: (if (パターン-1)
              then (*houkai-kiretu)
                 (*higai-rank-1))
    
```

図2 ルールベースの一部

れるデータベースと、図2のように、専門家の知識をルールという形で書いたルールベースを含んでいる。今、データベースに、「平地盛土が被害を受け、被害が大きいため、応急的な復旧を行ってから、本復旧をすべきである」という事が事実としてあったとする。このとき、図2の

```

(defun which-pattern ()
  (home)
  (princ "どのパターンの破れ方ですか
  次のうちaからeで選びなさい")
  a.パターン-1 法面の流出、崩壊又は亀裂段差の発生が道路車線まで
                及ばず、法肩にかざられるもの。
  b.パターン-2 盛土のすべり崩壊又は亀裂、段差の発生が道路車線まで
                及ぶもの。
  c.パターン-3 破壊が基礎地盤にまで及び盛土形状が原形をとどめない
                のもの。
  d.パターン-4 盛土の様な沈下に伴って、盛土形状をある程度保ちつつ
                変形したもの。
  e.パターン-5 構造物背面の盛土が沈下及び亀裂を起こしたもの。-)
  (setq a 'パターン-1)
  (setq b 'パターン-2)
  (setq c 'パターン-3)
  (setq d 'パターン-4)
  (setq e 'パターン-5)
  (text-color *answer-color*)
  (terpri) (princ " ")
  (setq atai (eval (read)))
  (setq Sdatabase (cons (cons atai ()) ()))
  (text-color *question-color*))
    
```

図3 質問ベースの一部

ルール10がインタープリターにより選び出され、図中のthen以下にある（*load・・・）により図1の答えベースから、答えの集合が呼び出され、（*which-pattern・・・）によって、次の質問をする。この質問は質問ベースに入っている。質問ベースは図3のような質問の集合よりなる。（*which-pattern・・・）の例で言うと、どのパターンの壊れ方かを画面を通して質問してくるので、利用者は図3中のa～eのパターン1～5の中から、どの壊れ方かを指示する。例えば、パターン1を選んで、aを入力すると、その入力事実がデータベースに入り、インタープリターにより、図2のルール19のthen以下の質問が質問ベースから出され、入力を待つことになる。そして、次に入力すると、前と同じことを繰り返し、ルールが次々に適用され、最終的には、答えベースから呼び出された答えの集合の中から、最も適するものを選び出し、出力される。

3. 本システムの適用例 平地盛土が、図4のように、車が通れないほどひどい亀裂が入っている場合を想定すると、受けた被害について「亀裂は車線にまで及んでいるかどうか」とか、「その亀裂の幅は30cmを越えるかどうか」といった質問が出される。末端の管理担当者は、調査によって得られた情報により、それらの質問に答えると、図5のような解答が得られる。これらの解答の中から、道路に対する2次災害の危険性の解除や通行の確保のために応急的な復旧をまず行い、その後、本格的に復旧を行うように指示が与えられる。応急復旧としては、(1) 雨水侵入による盛土崩壊防止対策、(2) 交通による盛土崩壊防止対策、(3) 通行の安全確保（幅員の確保や迂回路の設定など）、(4) 通行の安全確保（段差・陥没処理など）の4つの項目について、それぞれ、ビニールシートを張る工法や仮設排水路を設けるなどの細かい工法が示される。なお、本復旧に関する結果は紙面の都合上割愛したが、図5と同様に、細かい工法が示される。これらは、必ずしも実務的とは言えないが、一応細かい工法まで示してくれるので、現場では使用者が適宜システムを修正しながら用いることで、バージョンアップされ、実用性の高いものになると考えられる。

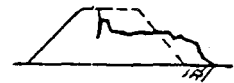


図4 盛土の被害例

応急復旧と本復旧の2段階でやりなさい
 応急復旧
 1. 雨水侵入による盛土崩壊防止対策
 絶対にやるべきこと
 ビニールシートを張る
 仮設排水路
 必要があればやるべきこと
 土のう積
 アスカーブ
 余裕があればやるべきこと
 土砂充填
 2. 交通による盛土崩壊防止対策
 必要があればやるべきこと
 土のう積
 余裕があればやるべきこと
 盛土、土留め矢板工、木杭
 3. 通行の確保（幅員の確保や迂回路の設定など）
 必要があればやるべきこと
 盛土、舗装工
 余裕があればやるべきこと
 土留め矢板工事
 迂回路工事
 4. 通行の安全確保（段差・陥没の処理など）
 余裕があればやるべきこと
 土砂充填
 アスファルトパッチング

- 図5 盛土被害を受けたときの復旧方法の一例

参考文献

（財）国土開発技術研究センター；土木建造物の震災復旧技術マニュアル（案）、昭和61年3月。