

## 道路施設の震災復旧支援 エキスパートシステム

京都市工学部 正員 山田善一 野田 茂 古田 均  
京都市大学院 学生員 ○竹内大輔 東川直正

### 1. まえがき

道路施設の震災復旧は、震後における社会全体の復旧活動や民生の安定などを与える影響が大であるため、迅速でかつ的確に行うことが重要である。このような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。しかし、大地震時における無数の被害を対象として、それらの対策に専門家の意志を導入することはほとんど不可能である。本研究は、このような問題に直面した一般の土木技術者が専門家の知識を利用できることに主眼を置いている。そのため、既存のエキスパートシステム開発用ツール（エキスパートシェル）<sup>1)</sup>を用いて、道路施設の復旧工法選定支援システムを構築する。ここでは、種々の道路施設の中から、地震による被害例の特に多い道路斜面・切土のり面を対象とした。また、リアルタイムの問題としてシステムを構築する必要性から、本研究では応急復旧工法のみを扱っている。システムの構築に当たっては、『土木構造物の震災復旧技術マニュアル（案）』<sup>2)</sup>を利用した。

道路斜面・切土のり面の応急復旧工法の選定に関して、文献<sup>2)</sup>では表1のように記述されている。

### 2. システムの構成

本研究では、効率的かつ合理的にシステムの構築を行うため、図1のような形式を考えた。使用したエキスパート

シェル<sup>1)</sup>は、確信度係数を選定の指標としており、推論の各段階で確信度を付加している。図1に従って、システムのフローを述べると、次のようになる。

被災パターンは7種、各パターンは3、4ランクに分類される。この後、復旧の主目的（図2参照）を決定すると、それ以降の各ユニットへと質問が移る。まず、二次災害の危険度については、降雨の影響、余震の程度、復旧時期などの具体的な質問がなされる。また同様に、通行確保の重要度を決定する質問がなされる。その際、これらの2つのユニットが復旧工法を決定する上で最も大きな要因となる。その他の要因として、経済性、安全性などを加味すること、で、復旧工法が選定される。

表1 復旧マニュアルからの抜粋<sup>2)</sup>

被災パターン	被害ランク	二次災害の危険度	応 急 復 旧			
			早急な通行確保が主目的	二次災害の防止が主目的		
			工法選定の着眼点	工法選定の着眼点		
Ⅰ	大	崩土除去により崩土体全体および斜面・切土のり面が不安定化しないように注意する。崩土除去による不安定化が懸念される場合には崩土上に仮道を設けるか迂回路を求める。 路上に堆積した崩土除去の他に斜面・切土のり面上に残存する崩土砂の移動を防止するために土留工や不保工を計画するか崩土防護工として程度の高い土留工を併用する。 降雨の影響が大きいと考えられる場合には、地質水補給工を考える。	仮道舗装、迂回路	崩土除去による二次災害の防止が主目的 崩土除去による二次災害の防止が主目的 崩土除去による二次災害の防止が主目的 崩土除去による二次災害の防止が主目的	土留の補工	
	中		H鋼矢張工 土留補工、枕工		土留の補工 土留の補工	
	小		不安定部分の切土工 崩土除去工		崩土除去による二次災害の防止が主目的 崩土除去による二次災害の防止が主目的	仮排水路工 押入盛土工
	大		H鋼矢張工		崩土除去による二次災害の防止が主目的 崩土除去による二次災害の防止が主目的	土留の補工 土留の補工
Ⅱ	大	同上	H鋼矢張工	崩土除去による二次災害の防止が主目的 崩土除去による二次災害の防止が主目的 崩土除去による二次災害の防止が主目的 崩土除去による二次災害の防止が主目的	土留の補工 土留の補工	
	中		土留補工、枕工		不安定部分の切土工	
	小		不安定部分の切土工 崩土除去工		シート被覆工 土留補工	
	大		崩土除去補工		崩土除去による二次災害の防止が主目的 崩土除去による二次災害の防止が主目的	土留の補工 土留の補工
Ⅲ	中	同上	崩土除去工	崩土除去による二次災害の防止が主目的 崩土除去による二次災害の防止が主目的	不安定部分の切土工 シート被覆工	
	小		崩土除去工		(シート被覆工)	

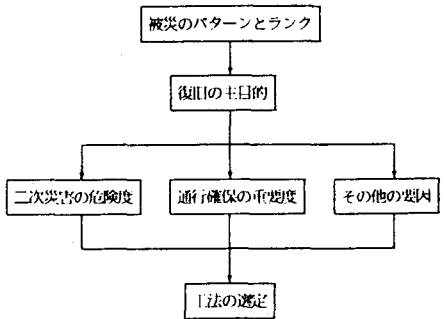


図1 システムの構成図

図2 CRT画面上での質問例

実際の復旧工法としては、表2のようなものが考えられる。ここで、表中の1～3の項目は復旧の目的が異なるが、これらは場合によっては併用されることもある。このため、本研究では、最終的な解として、目的別に1つの復旧工法を選択するようにした。

### 3. システムの適用例

本システムの適用例としては、被災箇所として、図3のような被災パターンで、被害ランクに図中のβのようなケースを想定した。復旧の主目的としては、図2のように早急な通行の確保である場合を考えた。さらに、想定条件としては、1) 大きい余震が予測されることなどから、二次災害の危険性が高く、2) 適当な迂回路もなく、3) 片側通行であり、4) 平常時にある程度の交通量があり、通行確保の重要度が高いケースを設定した。これらの諸条件を考慮し、CRT画面上に出力される質問に答えていくと、最終的に図4のような推論結果が得られた。この場合、崩土除去工と、土俵積工か木杭工のどちらかをと併用すればいいことになる。この例では、表1の復旧工法とほぼ同一の結果が得られている。これは、本システムでは復旧マニュアルにいくつかの柔軟性をもたせて発展させたことによる。

このように確信度という概念を導入すると、復旧マニュアルのあいまいさが多少緩和されることになる。ただし、本研究では、確信度

表2 応急復旧工法

1. 斜面の不安定部分の崩壊を防止するもの 不安定部分の切土工、全体的な切土工、ネット工、木杭工、H鋼・鋼管杭工、土留め工、編籠工、押え盛土工、土俵積工(土のう積工)、崩土防止工(落石防止工)、H工矢板工(親杭横矢板工)
2. 雨水などの影響を少なくするもの 地表水排除工(仮排水路工)、シート被覆工
3. 通行する道路、車線の確保をするもの 崩土除去工(落石排除工)、仮設道路の建設、迂回路を求めよ

が0に近いとき、ある目的で確信度が最大となる復旧工法を採用すべきかどうかを考えていない。このようなこと

は、実際の適用に当たって最も注意しなければならない、今後さらに改良する余地がある。

### 4. あとがき

本研究では、既存のツールを使用したため、知識の体系化や知識ベースの制作に多くの時間を割くことができた。また、工法選定の評価尺度として確信度係数を導入したため、ユーザーにとって利用しやすいシステムが構築できた。また今後、末端の工事記録などを入手してケーススタディを行うことにより、システムはさらに改善されると考えられる。本研究は、震災時の初動体制から各道路施設の復旧支援・施工管理までを扱う統合的なシステムを構築するための初歩段階として位置付けられるものである。従って、確信度

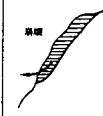
II型(基盤におよばないやや深い崩壊) II型 模式図 	基盤をおおっている 風化土や崩積土(崖 層)が厚くや深い 位置から崩壊する。 (基盤にはおよばな い)	α 斜面が全般的に 崩壊する。
		β 斜面が部分的に 崩壊する。
		γ 斜面のごく一部 に変状が発生す る。

図3 被災パターンと被害ランク<sup>2)</sup>

係数の改良を行い、質問およびルールをより効率的なものとするれば、本システムはより実用的なものになるであろう。

#### 参考文献

1) (株)東洋情報システム;  
推論システム BRAINS  
システム解説書。

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

\*\*推論結果は次のとおりです。

- 0.98 崩土除去工(落石排除工); 通行する道路、車線の確保(HOJX)
- 0.91 土俵積工(土のう積工) 斜面の不安定部分の崩壊を防止する(DHTX)
- 0.91 木杭工; 斜面の不安定部分の崩壊を防止する(KXX)
- 0.86 崩土防止工(落石防止工); 斜面の不安定部分の崩壊を防止する(HOBTX)
- 0.55 H鋼矢板工(親杭横矢板工); 斜面の不安定部分の崩壊を防止する(HK-YX)
- 0.22 仮設道路の建設; 通行する道路、車線の確保(KASETUX)

\*\*従って、次の順序をとるべきです。

- 1 (推論結果は数値の大きいものから選んで下さい。その際、「;」以下は工法の目的を渡すので、一つの目的に対して一つの工法を選ぶようにしてください。)(C1)

図4 推論結果