

パイプライン漏洩事故復旧支援 エキスパートシステムの開発

川鉄システム開発㈱○梶原 賢生 川崎製鉄㈱ 今井 俊雄, 小池 武, 寺本 正 川鉄工事㈱ 鈴木 実

1. 緒 論

近年、マッピングシステムの適用分野として、パイプラインなどの施設維持管理を目的とした情報管理システムの開発が進められている。本論文では、従来のパイプライン情報管理システムの応用分野として、送水管を例としたパイプラインの漏洩事故発生時の仮復旧作業手順を指示するシステムをエキスパートシステム開発手法を用いて開発したので、その内容を報告する。

従来のパイプライン情報管理システムは、埋設位置、管種、管径などの属性情報を地図情報とともに管理するのみであったが、パイプライン漏洩事故復旧支援エキスパートシステムは、それらの情報を利用しながら復旧作業の支援を行うものであり、従来システムに大きな付加価値を与えるものである。

2. パイプライン漏洩事故復旧支援の考え方

2. 1 漏洩事故復旧業務手順

送水管を例とした場合、その漏水事故時の仮復旧作業手順の概略をFig. 1 に示す。実際の作業はさらに細かく分類され、各作業はいくつかの作業班に逐次指示される。

この作業手順は、漏水発生位置や漏水規模、復旧作業の進捗状況などをパラメーターとして様々に変化するため、復旧作業指揮者は管路図面を参照しながら、次に行うべき作業を適切に作業班に対して指示してゆかねばならない。それゆえ、復旧作業指揮者と成り得る人物は、送水管施設状況や施設・設備設置状況に詳しくかつ復旧作業に精通しており、さらに指揮者としての権限を持っていることが資格要件となる。

2. 2 エキスパートシステムの適用性

パイプライン管理機関において、漏洩事故復旧業務の指揮者としての条件を満たす人物は、業務のローテーションなどの関係から数少ないのが現状である。このため、漏洩事故時の復旧作業手順を指示することができるエキスパートシステムを開発することにより、指揮者の業務を支援し、漏洩事故を迅速、的確に処理するための強力な補佐手段を提供できることになる。

本システムは、いくつかのパラメーターによって次に行うべき復旧作業内容を選択していくものであり、分類型のエキスパートシステムに属するものと考えられる。

- ★事故発生
- ①出動準備
- ②計器による事故規模の確認
- ③影響受水点送水停止
- ④復旧作業本部設置
- ⑤掘削作業、漏水停止作業
- ⑥管体復旧作業
- ⑦充水作業
- ⑧洗管作業、水質検査
- ⑨送水再開
- ★仮復旧作業完了

Fig.1 送水管の仮復旧作業
手順の基本フロー

3. 復旧支援エキスパートシステムの概要

3. 1 システム構成

Fig.2 に情報管理システムを含めた本エキスパートシステムの全体構成概略図を示す。エキスパートシステムは、自社開発したエキスパートシステム構築用支援ツールを用いて開発した。当ツールは、UNIXをプラットフォームとしC言語により記述されたものであり、前向き推論機能、後向き推論機能、仮説推論機能、フレームシステム、ルールセット機能、言語インターフェイス機能を装備している。

また、エキスパートシステムの推論に利用される事故発生位置や事故影響施設などの情報は、情報管理システムの機能を用いて得ることができ、それらの情報はRDB(Relational Data Base) やインターフェイス用ファイルを介してエキスパートシステムに渡される。

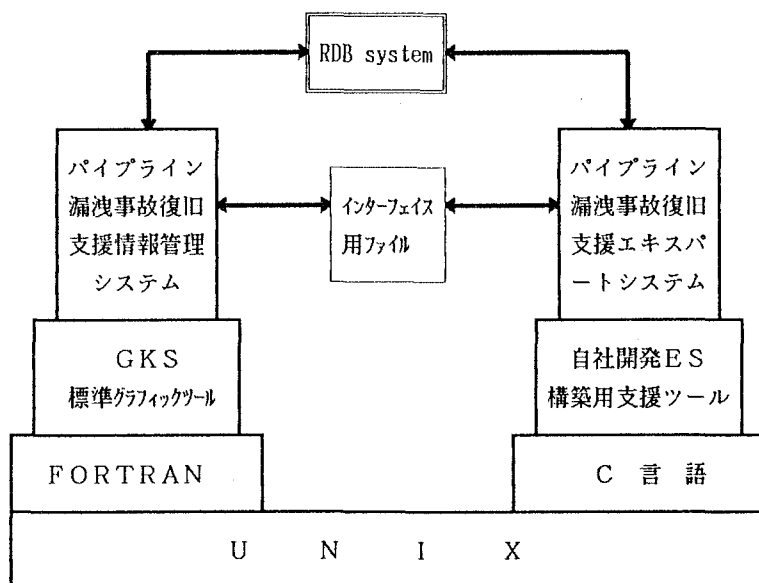


Fig2. システム全体構成概略図

3. 2 システム機能

本エキスパートシステムは、送水管漏水事故時の復旧作業指揮者としての経験が豊富な技師の知識やノウハウをもとに知識ベースを作成している。知識ルールは、プロダクション・ルールで構成され、前向き推論機能によって推論を進めている。

システムは、Fig.3 に示すような作業指示を利用者に与えていく。利用者は、指示に従って作業班に作業命令を出したり、情報管理システムを用いて必要情報を入手していく。

同図の例では、＜漏水事故影響範囲解析表示機能＞の実行により、操作が必要となる弁の数、タイプ、

属性や送水停止となる受水点情報を得ることができる。このデータをもとに、エキスパートシステムは、必要作業班数や作業班の担当する弁などを決定し、②のような適切な作業指示を与えることができる。

また、一つの作業が終了することによって、また新しい作業が発生するが、そのような作業のうち同時並行的に進められる作業が複数個存在する場合は、Fig.4 に示すような作業選択メニューを表示し、利用者の意志で次に作業指示を出す作業の選択が可能のようにしている。

①確認された漏水位置を情報管理システムの<漏水事故影響範囲解析表示機能>により入力し、事故影響範囲を調べて下さい。
(* 入力完了か? *) ==> yes
.
.

②下流側制水弁：B4の主弁を開度30%にするように弁類操作1班に指示して下さい。
(* 指示完了か? *) ==> yes

③操作完了報告の有無を確認して下さい。
(* 操作完了か? *) ==> yes

Fig.3 エキスパートシステムからの作業指示の例

* 作業選択メニュー *

1. 作業状況：作業継続中
● 関連機関への復旧工事立ち会い依頼

2. 作業状況：作業開始可能
● 土木／管体業者の出動指示

3. 作業状況：作業継続中
● 漏水区間の上下流制水弁閉鎖

X. 途中経過バックアップ
Y. 強制終了

(* Input No. *) ==> 3

Fig.4 同時並行作業が存在するときの作業選択メニュー

4. 検討事例

某水道用水供給事業体（以下A県と称する）の送水管理施設における漏水事故を想定し、本エキスパートシステムを適用した場合の事故復旧作業のシミュレーションを実施した。

Fig.5 には、このとき使用した情報管理システムの入出力画面例を示す。

従来、漏水事故復旧作業の実施には、おおよその地理的な管路敷設位置を同定する目的で使用する管路図（左下図）、主として管路や弁などの接続関係を知るための管路模式図（右下図）、管路の詳細な位置や属性情報を調べるための管路台帳など、多種多様な資料をそれぞれ検索する必要があるため、事故発生後の混乱状態の中でこれらの作業を迅速に進めることは極めて困難であった。

しかしながら、本システムを用いてA県送水管路の任意位置での漏水事故を想定したシミュレーションでは、Fig.5 に示した管路模式図上で、漏水位置を入力するだけでこれに関連した復旧作業支援情報、すなわち操作すべき弁の数、種類、位置、型式、操作順序、操作時の注意事項などをすべてひとつのメディアから迅速に得ることができ、さらに、必要に応じて保有資材や緊急連絡先一覧など、予め構築されたデータベース内の情報を、利用者が任意のタイミングで検索できるため、迅速な作業の進捗が求められる漏水事故復

旧支援という問題の解決には、本システムの適用が効果的であると判断できた。

一方、事故復旧手順の提示ならびに復旧作業の進捗状況管理という観点からは、漏水点近傍の管路接続状態や弁の位置関係を問わず、一般埋設部であれば任意の漏水位置の指定に対して、本システムは、その指定漏水位置に対応した妥当な作業手順、すなわち、エキスパートが判断した場合と同様な手順を自動的に提示することができ、さらにこれらの作業進捗状況は、同時進行中の複数の作業群ごとに管理されるため、作業を遺漏なく進めることができ、その意味で本システムの実用的利用可能性が確認された。

また、本システムの特徴である情報管理システムとエキスパートシステムとのリンクにより、位置情報の入出力が容易に行なえるという点で、本システムはパイプラインの漏洩事故復旧という広域にわたる施設を対象とした問題の解決に有効であることがわかった。

今後は、水管橋、制水弁室、調整池などの特殊部に関する知識ベースを拡充することによって、より実用性の高いシステムの構築が行い得るものと考えられる。

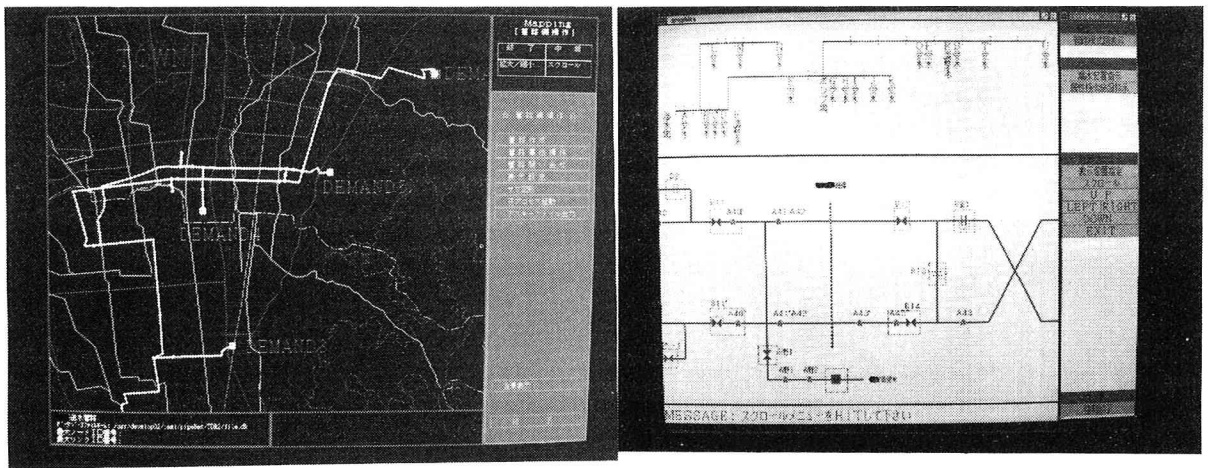


Fig.5 シミュレーションに使用した情報管理システムの画面

5. 結 論

送水管を例にとりパイプラインの漏洩事故時の復旧作業手順を指示するエキスパートシステムを開発しその有効性を確認した。また、情報管理システムで管理されているデータの新しい活用方法を見出した。

ここで開発したエキスパートシステムの考え方は、他種のパイプラインに対しても有効であり、それぞれに特有な復旧作業手順を整理し知識ベースを作成することによって、同種の事故時復旧支援エキスパートシステムの構築が可能である。

参考文献

- 1) Cohen, P.R., Greenberg, M.L., Hart, D.M. AND Howe, A.E.: Trial by Fire: Understanding the Design Requirements for Agents in Complex Environments, AI Magazine, Vol.10, No.3, pp.32-48, Fall 1989 (日経AI別冊1990春号, 日経BP社, 1990)
- 2) 上野春樹 : 知識工学入門, オーム社, 1985