

安全管理支援システムにおける知識獲得機構の基礎的研究

山口大学大学院 学生会員○中野克哉

株式会社CSK

森山圭吾

日本橋梁株式会社 正会員 小西日出幸

山口大学工学部

正会員

宮本文穂

山口大学工学部

正会員

中村秀明

1. はじめに

橋梁架設時の重大事故は、1つの要因のみから発生するものではなく複数の要因が重なり合って発生すると考えられる。そこで、安全衛生管理に関する知識を身に付けた熟練労働者が、彼らの持つ専門的な知識や経験によって、事故発生に関するさまざまな要因を事前に察知し、そのための判断や対策を実施することで事故を回避しているといえる。

しかし、熟練労働者は不足傾向にあり、彼等から貴重な技術や経験、知識を得ることが困難になりつつある。そのような背景を踏まえた上で、本研究では橋梁架設時の安全管理に関して、橋梁架設の専門家や熟練技術者達の有する専門的で経験的な知識を組み込んだエキスパートシステムの構築を試みている。

2. 安全管理支援システムの概要

本研究は鋼橋架設の送出し工法を対象としている。送出し作業は大別して桁送出し作業、桁横取り作業、桁降下作業に分類できる。送出し・横取り作業のシステムは完成したので本年度は桁降下作業について安全管理支援システムを構築した。

2.1 事故発生要因の階層化

架設中に事故が発生する可能性が高いと考えられる項目を整理して送り出し工法の架設フローを作成し、それに基づいた階層構造を作成した。このように事故要因を階層化することで事故発生にどの事故要因が影響するかを明確にしている。

2.2 確信度の設定

専門家より得た知識をエキスパートシステムに組み込むために「IF～THEN…」の形によって表現するプロダクショナルルールを適用している。しかし、専門家より得た知識は曖昧さを含んでいる。この曖昧さについて確信度を用いて表している。本システムにおいて確信度を0.00～1.00の範囲で表し、最も危険な場合を1.00、最も安全な場合を0.00として設定している。この確信度を事故要因項目ごとに基本値と重要度として設定している。危険度は基本値と重要度を乗じた値となる。例として作業足場設置の事故要因について、プロダクショナルルールと確信度の設定を表1に示す。

表1 プロダクショナルルールの適用例

架設工程	事故発生要因	IF条件部 チェック内容	THEN結論部	
			基本値	重要度
作業足場設置	作業足場範囲	もし足場が十分設置されているなら	0	1
		もし足場が十分設置されていないなら	0.15	
	作業足場強度	もしサドル材を足場に設置していないなら	0	
		もしサドル材の荷重を考慮しているなら	0.05	1
落下防止ネット		もしサドル材の過重を考慮していないなら	0.15	
		もし足場手摺周りにネットが張られているなら	0	1
		もし足場手摺周りにネットが張られていないなら	0.2	

図1 事故要因の階層構造

3. 知識獲得機構

3.1 知識ベースの修正

これまでに構築されたシステムの問題点として、これまでのシステムでは専門家より得られた知識が直接プログラムに書かれ、知識ベースと推論エンジンが依存関係にあったため、知識ベース内のデータを参照・修正することが困難であるといった問題点があった。

これらを解消するために知識ベースをデータ

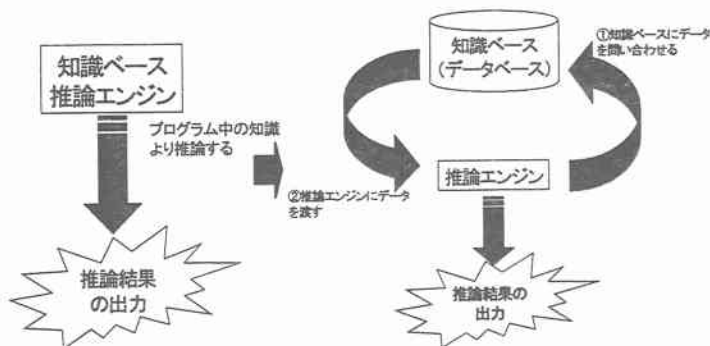


図2 知識ベースと推論エンジン

ベース化して、知識の一元管理を行い、知識を参照しやすいように変換した(図2).

3.2 確信度変更手順

知識ベースをデータベースとして独立化したことにより知識の参照が容易になった。そのため、システムに知識獲得機構として、インタフェース上から知識の参照・修正ができる機能を追加した。知識の修正の手順を図3に示す。

4. システムの検証

1996 年 11 月に福井県和泉村で発生した桁落下事故に対して危険度評価を試みた。事故事例の事故要因は表2に示す通りである。

表2の事故要因を基に従来のシステムで推論すると推論結果は表3の確信度変更前の示す値となった。

総合評価は1が最も安全、5が最も危険という評価である。推論結果として総合危険度が0.525となり、総合評価は5段階評価で3となっている。しかし、この事故事例は実際に事故が発生しているため、もう少し危険側の評価が出力されなければならない。

知識の修正機能を使用して適切な評価が出力されるように知識ベース内の知識を変更する。事故要因に対して知識ベース内の初期の危険度との違いをはっきりさせるため、表2の事故要因項目について知識ベース内の確信度の値を危険側の評価が出力されるように修正した。その結果、表3に示すような評価が出力された。

表3に示す危険度について、変更前と変更後の推論結果の違いをグラフとして視覚的に比較した(図4)。図4を見て分かるように危険度の値が大きくなり、より危険性を示唆することができるようになった。今回は事故要因に対応する確信度を修正したが、実際にはシステムを使用する専門家が自分の経験をもとに知識の変更を行う。このように専門家の経験的知識が反映されるシステムとなることが期待される。



図3 確信度変更手順

表2 事故要因

	直接的要因	間接的要因
事故発生要因	・異常な後ろ向き水平力の発生 ・横移動ストッパーの措置がなかった ・曲線桁の影響 ・ジャッキ位置のずれ	・現場監督の不徹底

表3 確信度の変更前と変更後

	総合危険度	総合評価
知識変更前	0.525	3(やや危険)
知識変更後	0.651	4(危険)

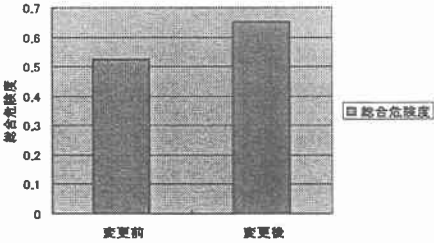


図4 危険度の変更前と変更

5. まとめ

本研究によって得られた結果を以下に記す。

- ① 知識獲得機構をシステムに付け加えたことにより、知識の参照・修正が容易になり知識ベースの管理が容易になった。
- ② 専門家が直接システム内の知識を修正できるようになったため、システムの信頼性が向上した。
- ③ 降下作業時の安全管理支援システムを構築したため送出し工法が一通り診断できるようになり、実際に架設現場の方に使用してもらえるようになった。

参考文献

- 1) 土木学会関西支部:橋梁架設における架設選定と安全管理の総合型システム, 土木学会関西支部, pp3-9, 1999.7
- 2) 串田守司:橋梁診断における知識獲得手法とエキスパートシステムの開発に関する研究, pp25-45, 1998.3