

I-155 道路橋RC床版の損傷要因推定のためのネットワーク推論システム
—システムの構築—

関西大学工学部 正会員 三上 市藏
（株）東洋情報システム 正会員 ○田中 成典
関西大学大学院 学生員 土田 貴敬

1. まえがき 著者らは、RC床版の損傷に関する知識を整理し、損傷種類と損傷場所から適用示方書と輪荷重通行位置とを考慮しながら、損傷要因を推定する知識ベース・エキスパートシステムを構築し、システムの妥当性を評価した。しかし、次のような課題が残った。

- ①確信度を用いたが、推論結果の確信度がどのくらい有効であるか不明である。
 - ②定義されたルール以外の知識が推論の際に生かない。
- これらの問題を解決するために、文献1)で得られた知識構造をネットワーク化し、文献2)で構築したネットワーク推論システムを改良し、知識ベース・システムを構築した。

2. ネットワーク推論エンジン 文献2)で構築した推論エンジンは、定義された仮説間の相関関係に対して、さらに逆関係と対偶関係を生成することにより、プロダクション・ルールを双方向に作用させ、知識構造をネットワーク化した。ここでは、この推論エンジンを次の点について改善した。

①「仮説の状態」は「様相」と「真偽」の値により表現する。「様相」は「事実」(FACT)、「必然性を持つ仮説」(NECESSITY-HYPO)、「高い可能性を持つ仮説」(HIGH-POSSIBILITY-HYPO)、「可能性を持つ仮説」(POSSIBILITY-HYPO)、「低い可能性を持つ仮説」(LOW-POSSIBILITY-HYPO)および「不明」(UNKNOWN)の5つの値をとるようにした。仮説の状態は図-1に示すようにリスト構造で記述する。

②2項間の仮説の関係は「必然性の関係」(NECESSITY)、「高い可能性を持つ関係」(HIGH-POSSIBILITY)、「可能性

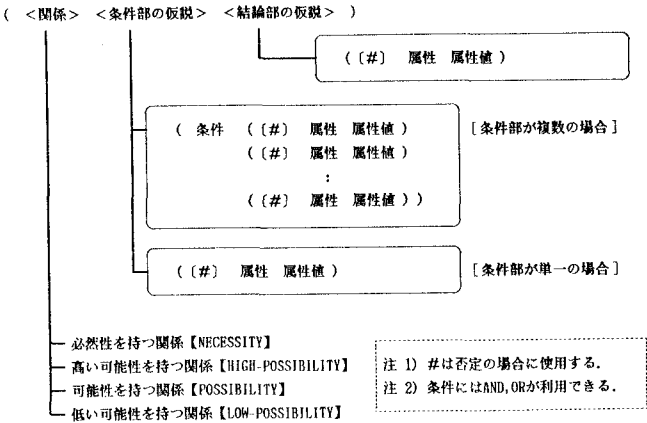


図-2 仮説間の関係の定義

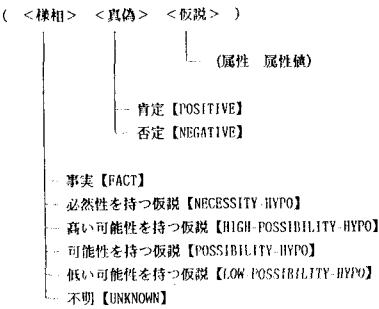


図-1 仮説の状態の定義

表-1 逆関係、対偶関係の生成

(AND A B) — RELATION → C	
(I) 定義された関係	(II) 逆関係
(AND A B) — RELATION → C	A ← RELATION — C B ← RELATION — C
(III) 裏関係	(IV) 対偶関係
—	not A ← RELATION — not C not B ← RELATION — not C

を持つ関係」(POSSIBILITY),「低い可能性を持つ関係」(LOW-POSSIBILITY)の4種類を採用できるようにし、図-2に示すように条件部の仮説にAND条件, OR条件を採れるようにした。

③仮説間の関係にAND条件を採るため, その逆関係, 対偶関係の生成は表-1に示すようにした。

推論エンジンは, 仮説間の関係が初期定義されると, その関係の逆関係を生成し, 次に, 対偶関係を生成する。ここで, 事象となる仮説にある状態を与えると, 推論が仮説間の関係の双方向に進み, 状態を更新しなくなるまで続けられる。そして, 推論結果は, 最終的にゴールとなる複数の仮説の中で, 「肯定」の状態の仮説として与えられる。

3. 損傷要因推定のための知識構造 知識ベースに採用した知識構造は, 前システム¹⁾と同様, 目視できる損傷から損傷種類を推定し, 推定された損傷種類に損傷場所, 輪荷重通行位置および適用示方書の情報を加えて, 損傷要因を推定する。知識は文献²⁾で得られたものを利用する。例えば, 目視できる損傷から損傷種類を推定するための知識は, 表-2のようであり, ◎印, ○印および△印は, それぞれ推定の確からしさを示す。前システムでは, これらに対して確信度を割り当てたが, 本システムでは, ◎印に「NECESSITY」, ○印に「HIGH-POSSIBILITY」, △印に「LOW-POSSIBILITY」を定義した。定義された関係より, 推論エンジンが逆関係, 対偶関係を生成し, 図-3に示すようなネットワークを構成する。損傷種類, 損傷場所から損傷要因を推定する知識と, 損傷種類, 損傷場所, および輪荷重通行位置から損傷要因を推定する知識がAND条件を用いて記述されている。なお, 本システムの実行と評価については別報³⁾に譲る。

表-2 目視できる損傷から損傷種類を推定する知識

目視できる損傷	損傷種類	ひびわれ						剥離			鉄筋露出				
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	01	02	03	04	05
		橋軸方向	橋員方向	縦横方向	格子状	亀甲状	貫通	浮き有り	かぶり欠落	破壊	遊離石灰流出	漏水	かぶり不足	剥離	鉄筋露出
ひびわれ	a 橋軸方向	◎													
	b 橋員方向		◎												
	c 縦横方向			◎	○	○	△								
	d 一部集中			○	○	◎	△								
剥離	e 浮き有り		△	○	○	○	◎	◎							○
	f かぶり欠落		△	○	○	○	◎	◎	◎				◎	◎	○
	g 破壊			○	○	◎	◎	◎	◎	◎			◎	◎	○
不純物の流出	h 遊離石灰		◎	○	○	◎					◎	◎			△
	i 漏水		◎	○	○	◎					◎				△
	j 錆		◎	○	○	◎					◎				◎
鉄筋露出	k かぶり不足												◎		○
	l はく離		△	○	○	○	◎	◎	◎					◎	○

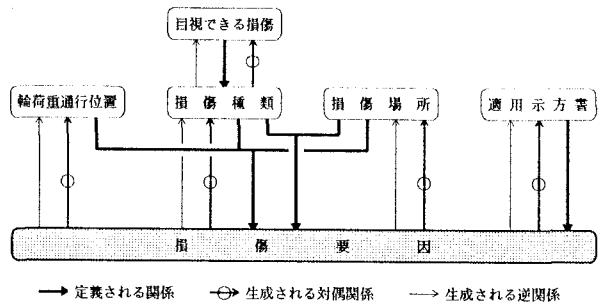


図-3 損傷要因推定のための知識構造ネットワーク

参考文献 1) 三上・松井・田中・新内: 道路橋鉄筋コンクリート床版の損傷要因推定のためのルールとフレームによる知識ベース・エキスパートシステム, 構造工学論文集, Vol.34A, 土木学会, pp.551-562, 1988.3. 2) 三上・三木・田中・土田: 鋼橋疲労損傷の補修方法選定システムのための因果ネットワークによる推論手法, 構造工学論文集, Vol.36A, 土木学会, pp.1003-1014, 1990.3. 3) 三上・田中・土田: 道路橋RC床版の損傷要因推定のためのネットワーク推論システム—システムの実行と評価—, 土木学会年次学術講演会, 1990.