

道路橋RC床版の経年を考慮した補修工法選定のためのエキスパート・システム

関西大学工学部	正会員	三上 市藏
関西大学大学院	学生会員	田中 成典
備東洋情報システム	正会員	安藤 黄太
日本電子計算機	正会員	小森 宏昭

1. まえがき

近年の土木工学の分野においては、構造物を新しく建設するよりも、既存のものを維持、管理、補修することに重点が移りつつあり、構造物の保安全管理業務の重要性が増している。道路橋のRC床版は、たとえ高品質でも、常時、直接に輪荷重を受けるので、摩擦や疲労などによる損傷が著しく、供用荷重が設計荷重を超過する場合が増えてきたこともあって、他の部材に比べて損傷が著しい。また供用後の経過年数をみると、高速道路の全延長の平均は9.1年で、供用後10年以上を経過した路線延長は約1,752kmで全体の47.1%に達している。¹⁾ このように経年に老朽化に加えて、毎日の苛酷な交通状況下にあるため、全国的に展開した高速道路を常に良好な状態に保ち、安全、円滑、快適な交通を確保するためにRC床版の点検、損傷度の判定、補修工法の選定は重要な維持管理業務になっている。

RC床版の損傷判定・補修工法については多くの報告があるが、これらに関する知識は数値計算的に取り扱い得るものでなく、通常のアプローチでは記述しにくい。まさしく、エキスパート・システム（以下、ESと略す）を利用するに相応しい。

著者らはこれまで、RC床版の損傷度と補修工法の選定について、知識を整理し、ESを構築する努力をしてきた。^{2) 3) 4)}

文献³⁾では、備東洋情報システムのエキスパート・シェル「BRAINS」を用いて、阪神高速道路公団の点検標準⁵⁾に基づいてRC床版パネルの損傷度を判定し、日本道路公団の研究⁶⁾に基づいて損傷度と補修工法との関連付けを行うESを構築した。本研究では、このシステムを発展させ、文献⁷⁾による床版の竣工後の経年を考慮したESを構築した。

2. RC床版の損傷度の判定と補修工法の決定

片側2車線以上の高架道路橋の未補修RC床版を対象とする。ここでは図-1に示す流れ図を想定した。多くの場合、検査員が床版を点検して補修の必要性を報告した場合や報告に疑義のある場合、責任技術者が現場を再点検するような手順が組込まれているが、図-1からは省いてある。

まず、現場で表-1に示す点検項目について点検し、パネル別に損傷度をA, B, Cに区分する。その結果に基づいて、表-2のように4つのパネル別の損傷ランクを決定する。その際、各点検項目に対する区分のうち、最上位の区分を取って損傷ランクとする。すなわち、1項目でもAがあれば、ランクAである。ここまでの図-1の「パネル別の判定」であり、この判定作業をスパン内の全パネルに対して実施する。

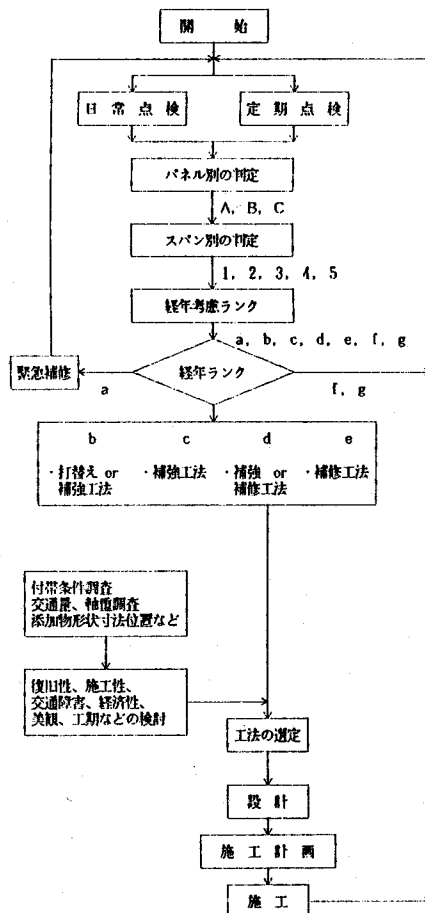


図-1 RC床版の点検・補修の流れ

表-1 未補修床版の損傷度の判定基準

区分		A	B	C
点検項目				
(ア) ひびわれ	一方向性のひびわれが生じている場合	①ひびわれ幅0.2mm程度以上かつ間隔が50cm程度以下 ②ひびわれ幅0.2mm程度以上の集中的なひびわれがある	①ひびわれ幅0.2mm程度以上かつ間隔が50cm～1m程度 ②ひびわれ幅0.1～0.2mm程度の集中的なひびわれがある	ひびわれ幅0.1～0.2mm程度でかつ間隔が1m程度以下
	二方向性のひびわれが生じている場合	①ひびわれ幅0.1mm程度以上かつ間隔が40cm以下 ②ひびわれ幅0.2mm程度以上の集中的または亀甲状のひびわれ	①ひびわれ幅0.1mm程度以上かつ間隔が40～60cm ②ひびわれ幅0.1～0.2mm程度の集中的または亀甲状のひびわれ	ひびわれ幅0.1mm程度以上かつ間隔が50cm以上
(イ) はく離		0.3 m ² 以上のはく離がある	0.3～0.1 m ² のはく離がある	0.1 m ² 以下のはく離がある
(ウ) 鉄筋露出 腐食		①長さ50cm以上の主鉄筋の露出がある ②主鉄筋に腐食がある	①長さ30～50cm程度の主鉄筋の露出がある ②主鉄筋に錆がある	長さ30cm程度以下の主鉄筋の露出がある
(エ) 漏水 遊離石灰 錆の流出		0.3 m程度以上の漏水、遊離石灰、錆の流出がある	0.3 m程度以下の漏水、遊離石灰、錆の流出がある	漏水、遊離石灰がわずかにある
(オ) 豆板		豆板によって長さ50cm以上の鉄筋露出、遊離石灰がある	豆板によって長さ30～50cm程度の鉄筋露出、遊離石灰がある	豆板によって長さ30cm程度以下の鉄筋露出、遊離石灰がある
(カ) 空洞		0.2 m ² 程度以上の不良音が観測される箇所がある	0.2 m ² 程度以下の不良音が観測される箇所がある	不良音がわずかにある
(キ) その他の損傷		①橋機材からの浮きがある ②床版遊離が著しく不良である		

表-2 パネル別の損傷ランク

ランク	状 況
A	損傷が著しい
B	損傷がある
C	損傷が軽微である
OK	上記以外

表-3 スパン別の損傷度の判定基準

パネル別 ランク	該当パネル率 (%)		
	～40	～30	～0
A	1	2	4
B	1	2	4
C	3	3	5

表-4 スパン別の損傷ランク

ランク	状 況
1	損傷が著しく、第三者に被害を与える恐れがある
2	損傷が大きい
3	損傷が大きくなりつつある
4	損傷は小さい
5	上記以外

次に、パネル別の損傷ランクを基に、表-3からスパン別の損傷度1～5を判定する。例えば、当該スパン内のパネルの40%以上が損傷ランクAであれば、そのスパンの損傷度は1になる。複数の損傷度が得られた場合は最上位のものを当該スパン別の損傷ランクとする。この損傷ランクが意味するRC床版の状況は表-4のようである。表-3は文献⁶⁾の知識に修正を加えたもので、表-4の損傷ランクと床版の状況の関係は文献⁵⁾⁶⁾の考え方を統一したものである。

経年を考慮するため、スパン別の損傷ランクと、その橋梁の竣工後の経年との関連⁷⁾から、表-5のように経年ランクa～gを決める。ここに、表-5は文献⁷⁾の知識を準用したもので、a～gに対する対策を表-6に示す。例えばスパン別の損傷ランク2で、竣工後の経年が25年の場合は経年考慮ランクcになり、対策は補強に限定され、打替え工法、補修工法は除かれる。

次に、表-7に示す工法①～⑩の中から適切な工法を選ぶ。まず、表-1のパネルの各損傷項目に対して不適性な工法を除かなければならない。そのた

表-5 経年ランク

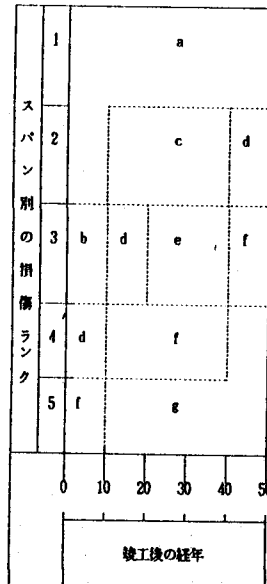


表-6 経年ランクとその対策

経年 ランク	対 策
a	緊急補修
b	打替え、補強
c	補強
d	補強、補修
e	補修
f	定期点検
g	異常なし

めに、表-7に示すようにCF

(確信度) 値-1 (絶対否定)

を与える。また、経年ランクに対応する不適性な工法を除くため、表-8に示すようにCF値-1を与える。例えば経年ランクcならば補強工法を取り、打替え工法、補修工法は除かれる。ただし、工法①~⑩は対応措置として定義しておく。

種々の文献⁹⁾を参照し、表-9に示す工法選定条件を取上げた。すなわち、(a)耐荷力増を望む、(b)可能な交通規制の程度、(c)施工性が良いものを望む、(d)

経済性が良いものを望む、(e)美観を重んじる、(f)補修後の床版調査を行う。である。これらの選定条件に対応して、不適切な工法を除外するため、CF値-1を与えている。

また、選定条件(a)~(e)に対する工法①~⑩の適切さの知識を整理し、表-10に示すようにCF値を-0.5~0.5の範囲で選んだ。その際、表-10をそのまま適用することを避け、工夫を凝らした。すなわち、このESのユーザーが選定条件(a)~(e)に対する工法の評価に重みを付けられるようにした。重みを各選定条件に対して0~10の数値で与えると、表-10のCF値に重みが乗じられ、10で除される。

選定条件(b)「交通規制の可能性」は工法決定の際に極めて重要な条件になる。補修工法①~③によって一時的に補修しても将来的に損傷がひどくなることが予想されるような場合は、あえて交通規制を実施して、打替え工法⑦~⑩を選択の方が最良の結果を与え、工費も安い。このような判断はこのESでは

表-7 各損傷項目に対する各工法の不適性

対 策		補 修			補 強			打 替 え			
損 傷 項 目	工 法	①樹脂注入	②モルタル吹き付け	③FRP板接着	④鋼板接着	⑤増桁	⑥増厚	⑦RC床版	⑧コンクリート充填格子床版	⑨波形鋼板RC床版	⑩プレハブ床版
ア	ひびわれ										
イ	はく離	-1									
ウ	鉄筋露出、腐食	-1	-1	-1							
エ	潮水、遊離石灰、錆の流出		-1	-1							
オ	豆版	-1		-1							
カ	空洞	-1	-1	-1	-1						
キ	その他の損傷	-1	-1	-1	-1						

表-8 経年による工法の不適性

対 策		補 修			補 強			打 替 え			
経年ランク	工 法	①樹脂注入	②モルタル吹き付け	③FRP板接着	④鋼板接着	⑤増桁	⑥増厚	⑦RC床版	⑧コンクリート充填格子床版	⑨波形鋼板RC床版	⑩プレハブ床版
a		-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
b		-1	-1	-1							
c		-1	-1	-1				-1	-1	-1	-1
d								-1	-1	-1	-1
e					-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
f		-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
g		-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

表-9 各選定条件に対する各工法の不適性

対 策		補 修			補 強			打 替 え			
選 定 条 件	工 法	①樹脂注入	②モルタル吹き付け	③FRP板接着	④鋼板接着	⑤増桁	⑥増厚	⑦RC床版	⑧コンクリート充填格子床版	⑨波形鋼板RC床版	⑩プレハブ床版
(a)	耐荷力増加を望む	-1	-1	-1							
(b)	全面交通規制が可能										
	時間的・部分的交通規制が可能										
	車線交通規制が可能										
	大型車交通規制が可能										
	交通規制が不可能						-1	-1	-1	-1	-1
(c)	施工性が良い工法を望む										
(d)	経済性が良い工法を望む										
(e)	美観を重んじる										
(f)	補修後の床版調査を行う			-1	-1						

直接できないが、選定条件(b)に対する重みを0とすることで、ほぼ同様の結果を得ることができる。

3. 知識ベースシステム

知識ベースは18個の知識ユニットからなっており、各知識ユニット内には4種のルール①FFルール、②FHルール、③HHルール、④HIルールを使って知識を記述した。これらの知識ユニットは適用条件によって関連付ける。

RC床版のパネル別の損傷ランク判定、スパン別の損傷ランク判定、竣工後の経年を考慮した対策判定、工法の選定の各ルールを適用し、二三の技法を駆使して、知識ベースシステムを図-2のように構築した。

パネル別の判定として表-1の点検項目を事象とする。ここで、発見された損傷に対応する点検項目を入力すると、FHルールにより中間仮説が成立する。点検項目の適用条件により、表-1の損傷度判定基準に基づいて、各点検項目に対する区分の判定を行う。表-1の区分を中間仮説にし、結果をFHルールにより集計する。すなわち、区分Aの項目があればランクAのCF値を1.0に、区分Bの項目があればランクBのCF値を1.0に、区分Cの項目があればランクCのCF値を1.0に設定する。表-2の損傷ランクは仮説分類とし、HHルールにより総合的に決定される。ランクAのCF値が1.0のときは、ランクBとランクCのCF値を0.0にする。ランクBのCF値が1.0のときは、ランクCのCF値を0.0にする。区分Aまたは区分Bが一つでもあればランクCにならない。スパン別の判定として、前述の作業がパネルの数だけ繰り返され、UTILISP¹⁰⁾で書かれた外部処理によって、パネル別の損傷ランクが表-3に基づいて集計され、仮説分類にした損傷ランク1~5が表-4に基づいて判定される。

経年を考慮した判定として、スパン別の損傷ランクと、竣工後の経年とから、表-5に基づいて経年ランクa~gに区分される。a~gは表-6のような対策に限定される。

経年ランクa, f, gのときを除き、補修工法の選定に進む。まず、表-7が適用され、該当する損傷項目(i)~(k)に対して不適切な工法がHHルールで絶対否定される。また、表-9(f)が適用され、補修後の床版調査の必要性とに対して、不適切な工法がFHルールで絶対否定される。

5つの選定条件(a)~(e)は中間仮説として定義する。UTILISPで書かれた外部処理で重みを入力し、HIルールで中間仮説に重みを持たせておく。HHルールで4つの中間仮説(耐荷力、施工性、経済性、美観)の重みを表-10(a), (c), (d), (e)のCF値に適用し、かつ、表-9(a), (c), (d), (e)を適用して、工法にCF値を持たす。また、残りの中間仮説(交通規制)は5つに細分されるために、事象定義を行い、FHルールで交通規制の程度を問う。それに、中間仮説としての重みを表-10(b)のCF値に適用し、表-9(b)も適用して、工法にCF値を持たせる。次に、その橋梁の竣工後の経年を考慮し、表-8のように不適当と思われる工法を除く。

以上のすべてを考慮すると、各工法の最終のCF値が得られ、CF値の大きい工法が画面に表示される。その際、スパン別の損傷ランクと経年ランクも表示される。

表-10 各選定条件に対する各工法の確信度

対 策	補 修			補 強			打 替 え			
	① 樹脂注入	② モルタル吹き付け	③ FRP板接着	④ 鋼板接着	⑤ 増筋	⑥ 増厚	⑦ RC床版	⑧ コンクリート充填格子床版	⑨ 波形鋼板RC床版	⑩ プレハブ床版
選 定 条 件										
(a) 耐荷力増加を望む	—	—	—	0.25	0.25	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
全面交通規制が可能	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
時間的交差規制が可能	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	0.5
車線交通規制が可能	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	-0.5	0.5	-0.5
大型車交通規制が可能	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
交通規制が不可能	0.5	-0.5	0.5	-0.5	0.5	—	—	—	—	—
(c) 施工性が良い工法を望む	-0.5	0.5	0.5	0.5	0.25	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
(d) 経済性が良い工法を望む	0.5	0.5	0.5	0.0	0.25	0.5	0.0	-0.25	-0.25	-0.25
(e) 美観を重んじる	-0.5	-0.5	0.25	0.25	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

4. システムの評価

多くの補修例が文献^{(1) (2) (3) (4) (5)}に報告されているが、損傷状況が十分に把握できるものは少なく、パネル別の損傷ランクを判定できるほどに詳細な報告は見当たらない。ここでは、比較的判別ができる2例について本システムを適用した結果を述べる。

(1) 豊平橋

図-3に豊平橋の床版補修工事⁽³⁾に対する推論の結果を示す。本橋は1966年に完成し、当初は路面電車が通ったが、その後廃止された。床版調査の結果は、ひびわれ延長 2.2~2.4 m/m²、最大ひびわれ幅 0.4mm、床版上面に主鉄筋方向に約70cmピッチで発生している。また、構造上の条件として昭和39年道路橋示方書に基づく設計当時の状態に戻すのではなく、できるだけ現在の示方書による設計条件に合うようにする。また、交通量は6万台/日と多く、日中は4車線交通を確保し、夜間の交通遮断も数時間しかできない。このような困難な条件の中で、耐荷力の増強を計り、分割施工により交通規制を可能にし、施工が容易であるような工法が選定されたようである。

同図(a)で、最初のパネルについて、損傷度の判定を行う。項目1では複数のパネルがあるので"Y"を入力し、次に記憶領域の初期化を行うために最初のパネルかの問いに対して"Y"を入力する。損傷項目は、「ひびわれ」が生じているので、項目2で"1"を選んだ。項目3と4では、損傷程度が問われる。項目5では全パネルの判定を終えていないので"N"を入力する。以上で、最初のパネルについての判定が終了し、推論結果が表示される。この例では、ひびわれが区分Aで、パネルの判定としてはランクAであることが表示されている。

以後、同様の手順で、複数のパネルの損傷度を判定する。最後のパネルに対して、同図(b)のように応答する。項目1では"Y"を入力し、次に最初のパネルでないため"N"を入力する。このパネルでも、「ひびわれ」が観測されたものとした。項目6では、パネル別の判定を終えて、スパン別の判定に移るため"Y"を入力する。同図(a)のパネルは損傷ランクA、同図(b)のパネルはランクCであるが、その他、ランクCのパネルが多少あったものとした。

同図(c)では、補修工法の選定に入る。項目7では、

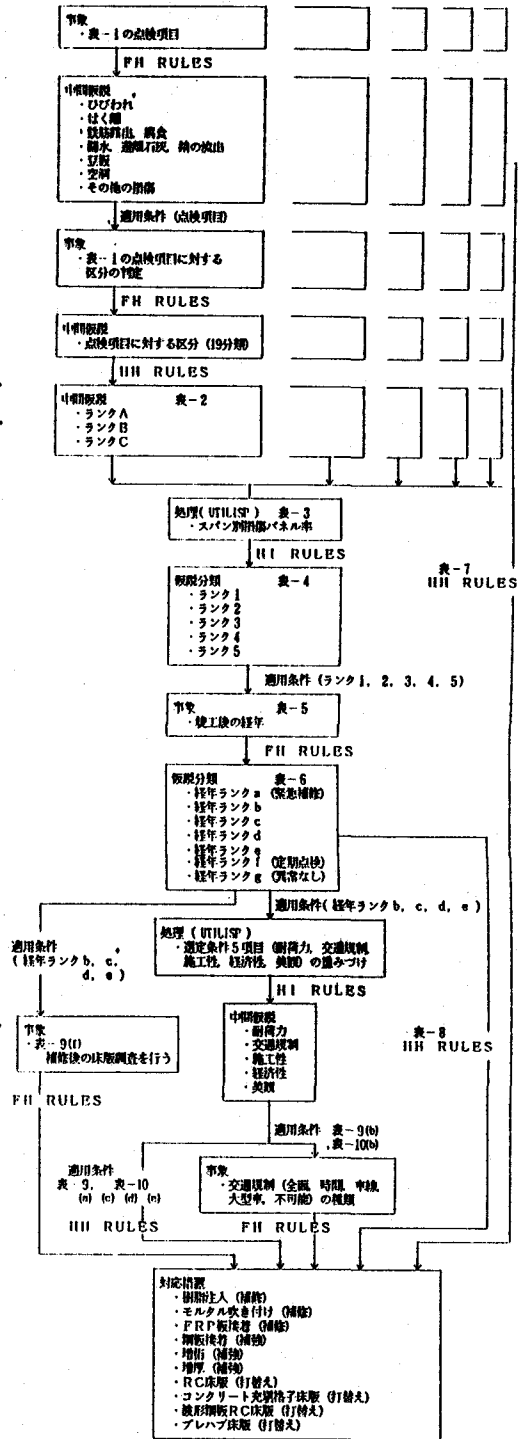


図-2 RC床版の点検・補修のルール適用概念図

1 複数のパネルを判定しますか？
YかNで答えてください。 --> Y

最初のパネルですか？ (Y/N) => Y

2 その床版のパネルの状態はどれに該当しますか？
1 ひびわれが生じている。
2 はく離が生じている。
3 主鉄筋の露出、または、腐食がある。
4 漏水、遊離石灰、錆の流出が見られる。
5 豆板による鉄筋露出、遊離石灰等が見られる。
6 空洞があり、不良音が観測される。
7 縦横筋からの浮きがある。
8 床版遊離が著しく不良である。
該当する番号を入力して下さい。 --> 1

3 ひびわれの状態は？
1 一方向性のひびわれ。
2 二方向性のひびわれ。
該当する番号を1つ入力して下さい。 : 1

4 ひびわれの幅と間隔はどの程度ですか？
1 ひびわれ幅0.2mm 程度以上で、間隔が50cm程度以下。
2 ひびわれ幅0.2mm 程度以上で、間隔が50cm~1m程度。
3 ひびわれ幅 0.1~0.2mm 程度で、間隔が1m程度以下。
該当する番号を1つ入力して下さい。 : 1

5 パネル別の判定を終えてスパン別の判定に移りますか？
YかNで答えて下さい。 --> N

** 推論結果は次のとおりです。
1.0 ランク A (パネル別)
*** 損傷が著しく、速やかに補修する必要がある
(ランクA)
1.0 点検項目「ひびわれ」****区分A (ひびわれA)

図-3-(a) 豊平橋の床版に対する推論結果

1 複数のパネルを判定しますか？
YかNで答えてください。 --> Y

最初のパネルですか？ (Y/N) => N

2 その床版のパネルの状態はどれに該当しますか？
1 ひびわれが生じている。
2 はく離が生じている。
3 主鉄筋の露出、または、腐食がある。
4 漏水、遊離石灰、錆の流出が見られる。
5 豆板による鉄筋露出、遊離石灰等が見られる。
6 空洞があり、不良音が観測される。
7 縦横筋からの浮きがある。
8 床版遊離が著しく不良である。
該当する番号を入力して下さい。 --> 1

3 ひびわれの状態は？
1 一方向性のひびわれ。
2 二方向性のひびわれ。
該当する番号を1つ入力して下さい。 : 2

4 ひびわれの幅と間隔はどの程度ですか？
1 ひびわれ幅0.1mm 程度以上で、間隔が40cm以下。
2 ひびわれ幅0.1mm 程度以上で、間隔が40~60cm。
3 ひびわれ幅0.1mm 程度以上で、間隔が60cm以上。
該当する番号を1つ入力して下さい。 : 3

5 ひびわれの状態はどれですか？
1 ひびわれ幅0.2mm 程度以上で、集中的または亀甲状。
2 ひびわれ幅 0.1~0.2mm 程度の集中的または亀甲状。
3 その他
該当する番号を1つ入力して下さい。 : 3

6 パネル別の判定を終えてスパン別の判定に移りますか？
YかNで答えて下さい。 --> Y

図-3-(b) 豊平橋の床版に対する推論結果

7 竣工後何年経過していますか (年) ?
数値を入力してください。 --> 15

8 補修後も床版を点検する必要がありますか？
YかNで答えて下さい。 --> N

工法の選定に当たって考慮する項目に
0から10までの値を与えてください。
1. 耐荷力増加を望む
2. 交通規制の程度に応じた工法を選ぶ
3. 施工性が良い工法を選ぶ
4. 経済性が良い工法を選ぶ
5. 美観を重んじる
入力例 (4 2 10 0 1) => (10 10 10 5 5)

9 どの状態の交通規制が実施できますか？
1 施工期間中の全面交通規制が可能。
2 時間的に全面交通規制が可能。
3 施工する車線の交通規制が可能。
4 大型車の通行禁止が可能。
5 交通規制が不可能。
該当する番号を1つ入力して下さい。 : 3

** 推論結果は次のとおりです。
1.0 ランク 2 (スパン別)
*** 損傷が大きい (ランク2)
1.0 ランク C (パネル別)
*** 損傷が軽微であり、その進行状態を観察する
必要がある (ランクC)
1.0 補修工法が望ましい****経年c (NEIC)
**従って、次の措置をとるべきです。
0.93 補修*****増厚 (増厚工法)
0.84 補修*****鋼板接着 (鋼板接着)
0.82 補修*****増筋 (増筋工法)

図-3-(c) 豊平橋の床版に対する推論結果

竣工後15年が経過しているので"15"を入力する。項目8では、補修後の点検は必要ないものとした。工法選定条件の重みに関しては、上記のことから考えて、耐荷力、交通規制、施工性に10、経済性、美観に5を与え、車線交通規制が可能であるとした。

推論の結果、スパンの損傷ランクは2であり、経年ランクはcと表示される。工法は、増厚、鋼板接着、増桁の工法がそれぞれCF値 0.93, 0.84, 0.82 で表示された。他の工法はCF値が0.1以下なので表示されていない。

なお、「耐荷力、交通規制、施工性、経済性、美観」に対する重みを「10,10,10,10,10」または「10,10,10,0,0」として推論すると、〔増厚、鋼板接着、増桁〕の各工法に対してCF値が〔0.97, 0.86, 0.89〕,〔0.87, 0.81, 0.72〕となり、鋼板接着と増桁の逆転は見られるが、あまり大きな差異は見られなかった。

(2) 奈井江大橋

奈井江大橋の床版補修工事¹⁵⁾に対する推論の結果を示す。本システムは対象を片側2車線の都市高架道路橋の未補修床版に限定しているが、この橋は片側1車線の橋梁であり、かつ補修済み床版である。

この橋は1958年に完成し、約26年間にわたり供用されてきたが、交通量の増大と車両の大型化により、コンクリートの劣化が著しくなり、過去数年の補修にもかかわらず、損傷がひどく、床版の各所で抜け落ちが生じたため、再補修されたものである。

補修履歴は、1980年、1981年の2年間にわたり、ジェットコンクリートによる部分的床版打替え、および鋼板接着工法による床版補強を行っている。

床版陥没等の損傷が著しく、非常に危険な状態にある。過去の補修歴から明らかなように、応急対策工法は、現段階においてはその効果を全く期待できない。抜本的、恒久的補修工法を選ばなければならない。

工法選定条件は、本橋がバス路線のため全面交通規制が不可能である。また、有効幅員が5.5mと狭く、片側交互交通をする場合、通行可能幅員は2.5m以下となり、バスの通行が困難となるため、半断面ずつの反復施工を伴う工法は採用できない。以上の2つの条件より、夜間に施工し、昼間は交通開放が可能で、かつ全断面施工が可能な工法に限定される。そして、経済性および施工性の優れた工法を検討する。

以上のことを本システムに適用すると、損傷項目として「はく離」、既補修床版のためスパン別損傷ランクを"3"とし、1981年から今回の再補修検討(1984年)まで3年経過しているため、経年を"3"とした。工法の選定条件に対する重みは、「耐荷力、交通規制、施工性、経済性」に対して「10, 10, 10, 10」とし、美観は犠牲にした。また、交通規制の程度は、時間的に全面交通規制をおこなう"2"を選んだ。

推論の結果、スパンの損傷ランクは3、経年ランクはbで、補強、打替え工法が選ばれる。工法は、〔鋼板接着(0.81)、増桁(0.79)、プレハブ床版(0.63)〕に絞られた。実橋では、「プレキャスト合成床版」による打換え工法が施工された。これはプレハブ床版工法の一つなので推論結果は妥当である。他の工法(増桁工法と鋼板接着工法)は、この橋の補修歴からいって不適当である。したがって、補修歴に関する知識を追加できれば、本システムを補修済み床版に対して拡張できるであろう。

5. あとがき

エキスパート・シェル「BRAINS」を用いて、経年を考慮した道路橋RC床版の損傷度判定・補修工法選定に関するエキスパート・システムを構築した。若干の実例による評価によって、このシステムが妥当な推論結果を与えることがわかった。

今後の改訂が望まれる諸点を挙げておく。①損傷項目に対応して不適切な工法は表-3で除いたが、損傷項目と工法との関連に関する知識を確信度を導入して、より深く知識ベース化するべきだろう。②プログラムの一部をUTILISPで直接記述したため、後向き推論が有効に機能しなかったが、今後の課題としたい。③経年に関して、従来から、橋梁の設計寿命は50年と理解されてきており、この時間尺度で工学的に判断し

た。ただし、50年目でも、橋梁の主構造はまだ十分な余寿命があると考えられるので、床版を打替えることによって、さらに使用可能になることもある。④工法選定条件の交通規制に関して、例えば”車線交通規制が可能”と”時間的交通規制が可能”という組み合わせのルールを作って推論すれば、より正確なシステムになるだろう。⑤未補修のRC床版に限っているが、既補修の床版に対しても適応が可能となるようにしたい。

なお、エキスパート・システムの構築の目的は、現在、一般に認められている知識を整理して知識ベースとして記述することであり、知識の内容の適否を論ずることにはないことを断っておきたい。

参考文献

- 1) 河村忠孝：高速道路における橋梁・高架の維持管理，橋梁，Vol.22，No.5，1986-5，pp.2-9.
- 2) 三上市藏・江澤義典・森澤敬文・田中成典・朝倉隆文：RC床版の点検・補修に関するエキスパート・システム，電算機利用に関するシンポジウム講演集，1986-10，pp.159-166.
- 3) 三上市藏・江澤義典・田中成典・朝倉隆文：道路橋鉄筋コンクリート床版の損傷度判定と補修工法選定のための知識ベースエキスパートシステム，構造工学論文集，土木学会，Vol.33A，1987.4，pp.317-325.
- 4) 三上市藏・田中成典・小森宏昭・安藤黄太：日本道路公団の損傷度判定法に基づく道路橋RC床版の補修工法選定のためのエキスパート・システム，電算機利用に関するシンポジウム講演集，1987-10.
- 5) 阪神高速道路公団：道路構造物の点検標準（土木構造物編），1985-9.
- 6) 日本道路公団試験所コンクリート試験室：道路橋鉄筋コンクリート床版の損傷機構にもとづく健全度判定と補修工法の選択，試験所技術資料，No.413，1985-3.
- 7) 松井繁之・前田幸雄：道路橋RC床版の劣化度判定法の一提案，土木学会論文集，No.374，pp.419-426.
- 8) 土木学会関西支部：既存橋梁の耐荷力と耐久性，1985-7.
- 9) 高架構造研究会編：道路橋の点検補修，理工図書，1978.
- 10) 富士通㈱：FACOM UTILISP 手引書，1985-3.
- 11) 飯野忠雄：首都高速道路における高架橋の維持管理，橋梁，Vol.20，No.6，1984-6，pp.2-11.
- 12) 上田義昭：布部大橋の補修，橋梁と基礎，Vol.17，No.8，1983-8，pp.90-93.
- 13) 太田利隆・吉田絃一：新旧コンクリートの接合に関する技術—RC床版補強の増厚工法に用いた例—，コンクリート工学，Vol.21，No.5，1983-5，pp.62-70.
- 14) 園田歳文：鉄筋コンクリート床版の補修・補強，橋梁と基礎，Vol.17，No.8，1983-8，pp.132-133.
- 15) 浦本元人・高橋健・本堂直和：奈井江大橋プレキャスト合成床版（コンボスラブ）による床版打換え，橋梁，Vol.22，No.5，1986.5，pp.30-37.