

I-229

橋梁の架設工法選定のための エキスパートシステムの改善

京都大学大学院 学生員 山本信哉 京都大学工学部 正 員 白石成人
京都大学工学部 正 員 古田 均 阪神高速道路公団 正 員 中島裕之

1. まえがき 以前の研究において¹⁾ 既存のエキスパートシステム開発用ツールを利用して橋梁の基礎形式、上部工形式、および架設工法選定のためのエキスパートシステムを作成した。しかしながら、①このシステムで使用した知識および確信度は、主に文献より得られた知識であり、専門家の経験的知識が少ない、②技術の進歩により、従来は不可能であった形式、工法を採用する場合も見受けられるようになってきている、③各形式あるいは工法選定について、さらにルールを増やしその有用性を高め、より実地的なものをつくる必要がある、などの検討を要する課題があった。そこで今回は、架設工法選定のみ焦点を絞り、一人の専門家とのINTERVIEWを詳細に行い、その専門家の知識、考え方をういて専門家と同等の判断、決定を行えるようにルールを改善した。

表 1 採用した架設工法

2. ルールの改善 専門家とのINTERVIEWにおいて、以前に作成したルールについて改善すべき点を指摘され、また橋梁を架設する際に考慮すべきさまざまな要因に対して、確信度係数を与えてもらった。

自走クレーンによるベント工法
ケーブルクレーンによるベント工法
トラベラクレーンによるベント工法
フローティングクレーンによるベント工法
可搬式フローティングクレーンによるベント工法
手延べ式送り出し工法

INTERVIEWにより得られた代表的な知識を以下に示す。架設工法を選定

表 2 RULEの説明

する前に考慮しなければならないのは、部材の輸送方法である。²⁾ 主に陸上輸送、海上輸送、海上横持輸送の3方法が採用される。架設工法を定める要因の中で最も重要な位置を占めるのは、経済性と安全性である。ベント工法は、他の工法に比べ安全性に富み、また工費も安いので最初にその採用を検討すべきである。使用するクレーンとしては、自走クレーン車を第一に考え、使用できない場合にその他の工法が検討される。ケーブルクレーンは、橋長が短い場合に有利であるが、鉄塔の影響で電波障害が起こるなどの問題があるため、市街地で用いられることは少ない。また、その運転には高度な技術が必要とする。トラベラクレーンは連数の多い橋梁に適している。ゴライアスクレーンは類似構造物が続く場合に有利であるが、単独に用いられることは少なく、また余程建造費が安価でないと採用されない。手延べ機は、曲線桁の場合には採用されなかったが、最近では曲率が大きくない場合には用いられることもある。フローティングクレーンは、大きな部材を一括架設する場合に便利であるが、所有する業者が限られている。台船・移動ベント工法は非常に危険であり、また作業員の熟練を要するため、ほとんど採用されることはない。

RULE	内容
RULE 1	部材の輸送方法の決定
RULE 2	桁下への部材搬入の可否
RULE 3	桁下へのクレーン進入の可否
RULE 4	クレーン進入のための工事の可否
RULE 5	ケーブルクレーン使用の検討
RULE 6	トラベラクレーン使用の検討
RULE 7	手延べ機使用の検討
RULE 8	ベント工法の検討

これらの情報により、本システムで適用する架設工法を表1のように限定した。

3. 本システムの推論手順 本システムの推論手順の概略を、図1および表2に示す。まず上部工形式を選択

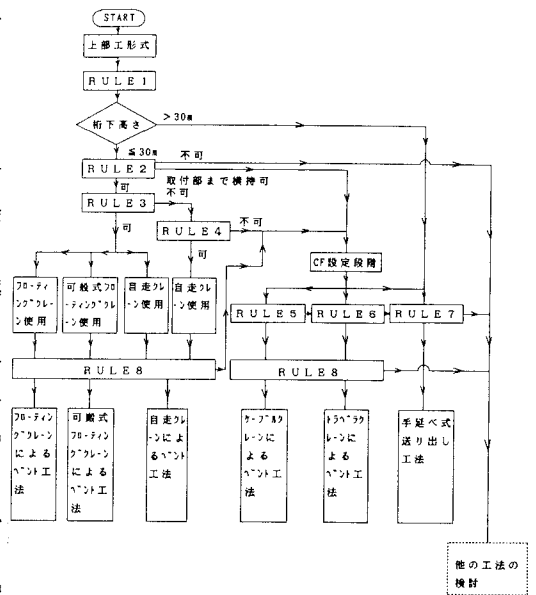


図 1 架設工法選定システム

する。本システムで採用する上部工形式は、板桁および箱桁である。次にRULE1に進み輸送方法を決定した後、桁下高によりベント工法の可否を考える。30m以上の場合にはRULE7に進む。この場合ベント横取り工法、斜ベント工法も考えられるが、経済性、安全性を考慮して採用は考えないことにした。30m以下の場合RULE2に進む。桁下への部材搬入が可能ならばRULE3へ、不可能であるが取付部まで横持可能ならばCF（確信度係数）設定段階へ進む。横持も不可能となったならば推論は終了する。RULE3で自走クレーン車もしくはフローティングクレーンが進入可能となった場合RULE8へ進む。進入不可能の場合にはRULE4に進み、工事によって自走クレーン車が桁下へ進入可能となるか否かを検討する。進入可能ならばRULE8へ進む。CF設定段階ではケーブルクレーン、トラベラクレーン、

表 3 CF設定段階のための確信度係数

要因	ケーブル	トラベラ	手延べ式
ベント組立のための小型クレーンの桁下への進入	可 不可	0.5 -1.0	0.5 -1.0
ケーブルの張り渡しのため	有 無	0.5 -1.0	0.5 0.5
架設機上での作業が量的に	多く許される 許されない	0.5 -1.0	0.5 -1.0
既設機上での作業が時間的に	多く許される 許されない	0.5 -1.0	0.5 -1.0
横搬方向の地組場	有 無	0.5 0.5	0.5 0.5
架設地からの状況から判断すると、どれに該当するか	山間峡谷部 平野低河川 海峡部 平坦な河川部 狭道・道路の横断 市街地	0.5 0.5 0.1 0.1 -0.9 -0.9	0.4 0.5 0.5 0.5 0.9 0.9
橋の断面勾配	大 小	0.0 0.0	-0.2 -0.1
類似構造物	有 無	0.5 0.5	0.5 0.5
部材重量	大 小	-0.1 0.0	-0.1 0.0
上部工形式は	連続桁 曲線桁（曲率大） 曲線桁（曲率小）	0.0 -0.8 0.5	0.0 -0.9 0.5
桁下高さ	20m～ 0～20m	-0.1 0.5	-0.1 0.5
安全性		0.5	0.5
経済性		0.6	0.5
施工性		0.5	0.5

手延べ機の採用を検討するための諸要因を考え、各工法に確信度を与える。表3に要因とそれに対する確信度係数を示す。全ての架設機械について確信度係数が0以下となった場合、推論は終了する。0より大きくなった場合にはRULE5、RULE6、もしくはRULE7へ進む。RULE5、RULE6、RULE7は並列的であり、CF設定段階で求められた確信度係数が0より大きい架設設備全てについて検討される。RULE5もしくはRULE6でクレーン使用が可能となったならばRULE8へ進む。ベント基礎として杭基礎が選定された場合、確信度係数が小さくなるようにルールを設定している。自走クレーン車もしくはフローティングクレーン使用下で、RULE8の確信度係数が0.5未満になった場合はCF設定段階へ進む。特にフローティングクレーン使用の場合、所有する業者が限られているため常に利用できるとは限らない。そのためRULE8での確信度を低くしてCF設定段階へ進みやすくした。

4. 適用例 適用例として選んだ橋梁は、橋長347.7m、支間割51.7+88.3+119.2+88.5mで、上部工形式は支間

51.7mの区間が単純RC床版非合成箱桁、それ以外の区間が3径間連続鋼床版変断面箱桁である。桁下の一部に流水部があるが、大部分が河川の高水敷部にあたる。架設工法は、クローラクレーンによるベント工法を採用している。なお、部材の輸送方法は陸上輸送である³⁾。本システムを適用した結果を述べる。図2(1)に推論結果を示す。ここでは、高水敷部分を推論の対象としている。架設工法は、“自走クレーン車によるベント工法（確信度係数=1.0）”が選定されたが、その理由として、桁下に流水部がなく、部材搬入およびクレーン進入が可能である、桁下の地耐力が良い、渇水期施工である、等があげられる。つぎに低水敷部分を推論の対象とした結果を述べる。図2(2)に推論結果を示す。“自走クレーン車によるベント工法”の確信度係数が0.30とかなり小さくなっているが、その理由として、低水敷にベントを設置している、ベント基礎として杭基礎が選定された、等があげられる。また、“ケーブルクレーンによるベント工法（確信度係数=0.50）”が、新たな推論結果として得られたが、これは自走クレーン車によるベント工法の確信度係数が0.5以下となり、推論がCF設定段階へ進んだからである。

5. 結論 INTERVIEWにより、専門家の経験的知識を得ることができた。また専門家により与えられた確信度係数を用いたため、更に信頼できる結果を得ることが可能となった。今後はその他の架設工法についても考える必要があると思われる。また、橋梁形式は桁橋のみを対象としているので、他形式の橋梁にも適用できるような、より一般的なシステムを構築する必要があると考えられる。

参考文献 1) 白石成人、古田均、山本信哉：橋梁計画設計のためのエキスパートシステム構築、土木学会第2回年次学術講演会論文集、pp.480-481,1987.9. 2) 日本橋梁建設協会：鋼橋架設工法の選定について、1987. 3) 橋梁と基礎、第19巻、第7号、pp.21-28,1985.7.

* 本推論結果は次のとおりです。

1.0 自走クレーン車によるベント工法(BJCC)

* オートマチック、次の措置をとるべきです。

1.0 通常のベント基礎使用(ベント工法)(NORM)

1.0 陸上輸送(陸輸)

(1)

* 本推論結果は次のとおりです。

0.50 ケーブルクレーンによるベント工法(BCCC)

0.30 自走クレーン車によるベント工法(BTCC)

* オートマチック、次の措置をとるべきです。

1.0 杭基礎使用(ベント工法)(NORM)

1.0 陸上輸送(陸輸)

(2)

図 2 推論結果