

PSIV-9 橋梁の比較設計支援エキスパートシステムに関する研究

茨城大学 工学部 正会員 岩松 幸雄
 茨城大学 大学院 学生員 須原 茂
 (株) 長大 正会員 黒沼 秀友

1. はじめに

現在、コンピュータのグラフィック機能を活用したCAD (Computer Aided Design) による設計システムが土木工学の各分野で設計支援システムとして利用されている。しかし、現在の自動設計では、橋種、支間長、橋脚の位置などは、法規、地形条件、環境条件、経済条件などの諸条件ならびに設計者や専門家の知識、過去の経験による判断などから予め決定されており、橋梁等の特定構造物の形式選定を行うなど、より上位の段階におけるコンピュータの利用は、顕在化した形では行われていないと言っても過言ではない。本研究は、ここ数年人工知能(AI:Artificial Intelligence) 分野の一手法として注目されるエキスパートシステム(以下ESと記す)を用いて、橋梁比較設計の支援システムを開発することを目的とする。筆者らは、橋梁比較設計支援ESの実用化を目指し、茨城大学を中心に「橋梁設計AI研究会」を編成し、研究、開発中である。今回、これまでに構築したモデルシステムについて報告する。

2. システムの構築

システム構築に先だって、チーム論議の共通土俵として、また知識ベース構築の基礎資料とするために、構造物の種類と評価項目とからなるイメージマトリックスを作成した。本システムは、ES構築支援ツールとして(株)JBAのエキスパートシェル「Shell-Sunday」を主に利用し、外部プログラムとしてBasicを用いて構築した。知識ベースは、示方書、設計標準書等の文献及び土木技術者、設計者の経験に基づく意見を参考に知識を体系化した。知識の表現形式は、条件-結論というようなif-then形式のプロダクションルールで、曖昧さを表す尺度として確信度を用いた。

3. システムの概要

本システムは、比較設計の考えをもとに上・下部工を一体として形式を選定するシステムである。本システムの基本構成は7つのブロックからなり、システムの流れを図-1に示す。システム全体のコントロールは、操作の容易性を考えてメニュー表示し選択する方式により行っている。以下に各ブロックについて説明する。

- ① 地形データ入力 地形データを入力する。
- ② 径間割り、地質条件の入力 まず、上部工を選定する条件として橋長、橋脚設置禁止区域、径間割りが等分割であるかどうかを入力して、径間数、スパン長を求める。次に、下部工の選定条件として橋台、橋脚設置地点の地質条件を入力する。
- ③ 上部工選定 ②で入力された橋長、橋脚設置禁止区域、可能径間数、スパン長及び上部工におけるユー

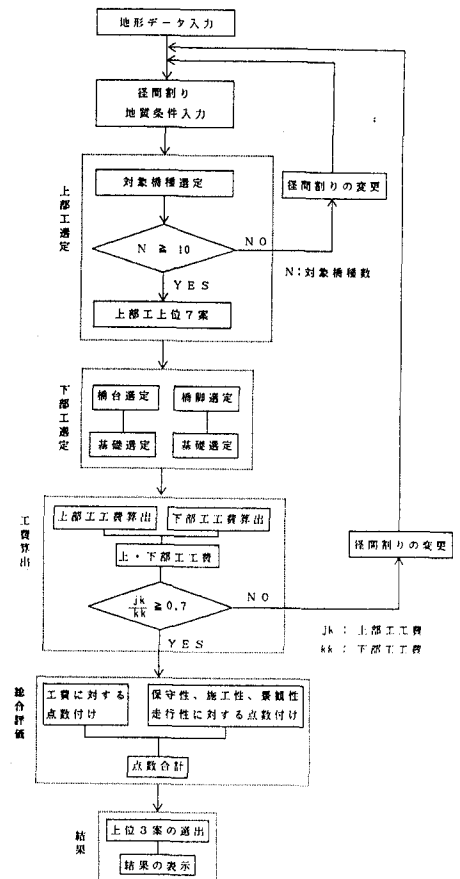


図-1 本システムのフロー図

ザーの入力する条件をもとに上部工7案を選定する。上部工7案を選定するに際して、選定条件を満たす対象橋種が10案に満たない場合は、フィードバックを繰り返し、対象橋種が10案以上になったときに上部工7案を選定する。

上部工の選定条件及び評価項目として表-1に示すスパン長、景観性、補修（維持・管理）、工期、施工性と経済性（工費）、設置場所、走行性を取り上げた。スパン長は、各橋種それぞれ理想的なスパン長があり、実際には下部工との関係、橋長、禁止区域等の制限から思うように定まらない。そこで文献及び専門家の意見を参考に、橋種別に本システムにおける適用スパン長の範囲を定めた。また、景観性、補修、工期、施工性については、各橋種について専門家の意見を参考にA、B、Cの3ランクに分け、それぞれに確信度を付けた。経済性（工費）は、橋種別のスパン長より求める m^2 当りの回帰式を作成し、この式より判定する。設置場所は、海岸地域、工業地域、都市部、山間部、観光地、その他と6通りに分け、橋種別に各設置場所についてA、B、Cの3ランクに分けた。走行性は、判定する要因として振動、ジョイントの数、スパン長などがあげられるが、本システムではジョイントの数のみを考慮して判定する。

④ 下部工の選定 ③で選定された上部工に対して橋台の選定、橋脚の選定、基礎の選定を実行し、各案ごとに結果を表示する。橋台、橋脚の選定条件及び評価項目は、表-2、表-3に示す適用高さ、施工性と上部工橋種との関係、経済性（工費）を取り上げた。基礎の選定は、各種条件と基礎形式の基礎形式選定表（施工実績により確信度を付けた）から選定する。

⑤ 工費算出 ③、④で選定された上・下部工の諸元をもとに、資料から求めた回帰式により工費を算出し、各案ごとに工費の詳細を表示する。③、④では概略の工費にA、B、Cのランク付け（確信度を付けた）をした工費を用いて推論させているが、ここでの工費算出は⑥の総合評価において工費の評価が全体の60%と評価に対する割合が大きいため、⑥での点数付をより正確に行うためにここで工費を詳しく求めている。また、ここでは上部工と下部工の工費の比が0.7以下、つまり下部工工費が上部工工費の5割増し以上になった案は削除し、②にフィードバックして足らなくなった案を補充する。

⑥ 総合評価 工費(40~60点)、保守性(6~10点)、施工性(6~10点)、走行性(6~10点)、景観性(6~10点)を100点満点として7案に対して点数付けを行う。

⑦ 結果 ⑥で求めた点数をもとに点数の高い順に上位3案を結果としてディスプレイに表示する。
4. おわりに

橋梁比較設計支援ESのモデルタイプをパソコン上で構築した。本システムは、かなりの部分で大まかな対応をとっているため、いくつかの問題点、改良点があげられるが、現在、検証を重ね実用化に向けてシステムの改良、見直しを行っており、今後の展開として総合評価における各評価項目のシステム化、ユーザーインターフェースの改良等を検討している。

表-1 上部工橋種選定表

橋 種		適用スパン(m)	景観性	補修	工期	施工性
プレート ガーダー橋	非合成単純桁	20～40	C	C	B	A
	非合成連続桁	30～55	C	C	B	B
	単純合成1桁	25～45	C	C	B	C
	単純合成2桁	10～25	C	C	B	C
ボックス ガーダー橋	単純合成箱桁	40～60	B	B	B	B
	単純非合成箱桁	35～55	B	B	B	B
	連続非合成箱桁	45～80	A	B	B	B
P C橋	プレテン単純1桁	5～15	C	A	A	A
	プレテン中空床版	10～20	C	A	A	A
	プレテン単純T桁	10～20	C	A	A	A
	ボステン単純T桁	20～40	C	A	A	A
	単純箱桁	20～40	B	A	C	C
	連続箱桁（支保）	30～60	A	A	C	C
	連続箱桁（片持ち）	60～160	A	A	C	C
RC橋	中空床版	10～20	B	A	C	B

表-2 橋台選定表

適用形式	適用高さ (m)	施工性
重力式	3~6	A
逆T式	5~12	B

表-3 橋脚選定表

適用形式	適用高さ (m)	施工性
矩形柱張り出し式	8~25 (陸上)	B
円形柱張り出し式	7~25 (陸上)	B
小判柱張り出し式	9~25 (河川中)	B
	8~25 (河川中)	B
矩形壁式	6~8 (陸上)	A
小判壁式	6~8 (河川中)	A