

橋梁の耐震性評価に関するエキスパートシステムの構築

京都大学工学部 正員 山田 善一
 正員 家村 浩和
 正員 古田 均
 サントリー 正員 ○横溝 茂樹

1. はじめに

日本における過去の地震被害をふまえて、大学や行政機関の専門家が橋梁の耐震性に関する知識ベースを作成し、橋梁のランク付けを行なう手法を提案してきた。

本研究では、橋梁の耐震性評価を専門家とほぼ同等のレベルで実施できるよう、LISP言語を適用してエキスパートシステムの構築を試み、FORTRAN言語で数値計算を行ないそれをシステムに呼び出すことで、その評価方法をより簡単にしたものである。

2. エキスパートシステムの作成

実際のエキスパートシステムの開発には、プロダクションシステムが広く用いられ、その基本構成は、事実情報を管理するためのデータベース、プロダクションルールを管理するためのルールベース、及び推論を実行するインタプリタの三つの部分で構成される。その1サイクルは、インタプリタにより、データベースとルールベース内のプロダクションルールとの間で次々とマッチングが行われ、条件の成立したルールの結論が実行される、というものである。

本研究は、1980年の道路協会による方法を採用した。これは、上・下部工の変形に関する評価と下部工の強度に関する評価の双方を実施して、既存橋梁の耐震性の診断を行なっている。点検は図1に示すフロー図に従って行ない、必要な場合は表1に示す橋梁耐震調査票を作成するものとする。最終的には点検結果を表2のランクに分類する。

注) X, Yの評価点により表2から得られるランクのうち、いずれか高いほう(A>B>Cの順)を当該橋梁ランクとする。

3. システムの改良

上記のエキスパートシステムを適用させるにあたって、問題となることの一つに、ユーザーがデータベースの10流動化の恐れにおいて、あり・なしを選択する際にどういう基準をもって選ぶのか、ということである。つまり、実際に調査すべき橋梁を見ただけでは確実に、流動化の恐れの有無はわからないであろうし、同じシステムを構築することを考えるのなら、あり・なしの選択をきちんと決定できるものにすべきであろう。他、12支持地盤の不均一・均一、13洗掘の有無、19基礎の異常等も同様のことがいえる。そこで今回はこのなかで10流動化の恐れについてだけ考慮してみることにする。

流動化の恐れを判定を行なう必要のある土層に対しては、流動化に対する抵抗率 F_L を求め、この値が1以下の土層については流動化し、定式化するものとする。ここで得られた式は、数値計算が不得意なLISP言語ではなく、それを得意とするFORTRAN言語に任せるとして、その結果をLISPに呼び出すことを考える。

これによって、定式化する以前のシステムに比べ数値的に流動化という現象をとらえることができた。つまり、この改良したシステムを実際の橋梁に適用することで、まず、 F_L の値を一旦別に求めてから、システムに代入するという2度手間を、システムの初めから数値を入れて求めるというような作業の簡素化をはかることができる。

4. 結論

本研究を通して以下のような結論がえられた。

① 元来、橋梁の耐震性評価に関しては専門的な知識を必要とし、その評価過程における計算に関

Yoshikazu YAMADA, Hirokazu IEMURA, Hitoshi HURUTA, Shigeki YOKOMIZO

してもかなり複雑なものであったが、この対話型のシステムによってそれらの作業が簡素化されその評価が容易になった。

② また、計算を不得意とするLISPであったが、数値計算を得意とするFORTRANで、定式化し、それをシステム内に呼び出すことで評価時間を短縮することができ、正確さも増すことになった。

③ そのうえ、これからさき、新しいデータベースの条件をシステムに追加、あるいは削除しようとするときにでも、比較的容易にそれが可能である。

また、今後の課題としては、

① 本研究で構築したプロダクションシステムのルールは、耐震設計調査票など、既存のルールを主に用いたためにその質及び量ともに不十分なものであった。よって、今回はFORTRANの適用を10の流動化の恐れについてのみ考えたが、耐震調査票の他の項目で選択基準があいまいなものについても考慮していく必要がある。

② また、この研究では、橋梁は三段階のランク付けに限られたが、これをより詳しい情報提供をするものに改良していくことも課題であろう。

③ 著者の作成したシステムは最新の評価法とはいえず、そのために種々の問題があらわれた。ここは、新しいシステムに手直しして、現時点で最も確実な橋梁耐震評価のエキスパートシステムにすべきであろう。

表1 橋りょう耐震調査票

項目名	調査番号	担当者	担当者
① 適用 示 力 者	2.0	大正15年昭和 昭和14年適用	1.5 昭和31年適用 昭和39年適用
② 上 部 構 造 形 式	3.0	2層以上の単純 支持	1.5 1層単跨支持 2層以上の連続橋
③ 平 面 曲 線 形	1.2	直線・曲線橋	1.0 直 線 橋
④ 上 部 構 造 材 料	1.2	RC・PC	1.0 鋼 橋
⑤ 橋 脚 向 配	1.2	6°以上	1.0 6°未満
⑥ 橋 脚 防 止 構造	2.0	なし	1.0 1種 構造
$P_1 = ① \times ② \times ③ \times ④ \times ⑤ \times ⑥$			$P_1 = -$
⑦ 下 部 構 造 形 式	2.0	ハイリベント	1.0 その他
⑧ 橋 脚 高 さ	2.0	1.0m以上	1.5 5m以上10m未満 1.0 3m未満
⑨ 地 盤	2.5	4種	2.0 3種 1.5 2種 1.0 1種
⑩ 腐 蝕 化 の 程 度	2.0	あり	1.0 なし
⑪ 傾 斜 地 盤	2.0	4種地盤のうち振動耐性地盤	1.0 その他
⑫ 支 持 地 盤	1.2	不均一	1.0 均一
⑬ 既 設	1.5	あり	1.0 なし
$P_2 = ⑦ \times ⑧ \times ⑨ \times ⑩ \times ⑪ \times ⑫ \times ⑬$			$P_2 = -$
⑭ 固定支床及び支床異形の状況	5.0	重大欠陥あり	2.0 軽微なもの 1.0 なし
⑮ 橋 脚 の 異 形	5.0	重大欠陥あり	2.0 軽微なもの 1.0 なし
⑯ 下 部 構 造 材 料	2.0	大正15年昭和・昭和14年 適用による異形コンクリート (重力鋼筋を挿入)	1.0 RC・PC 適用による異形コンクリート (重力鋼筋を挿入)
⑰ 基 礎 工 法	2.0	木杭・レンガ型ケー シング・石型ケー シング・鋼管工法	既設RC杭 1.5 ベアスタル杭・ 2脚ケーシング 1.0 昭和46年以前に設置 のための臨時工法 PC杭・鋼管・直線 基礎・一般ケーシング
⑱ 下 部 構 造 形 式	1.5	RCラーメン	1.0 その他
⑲ 基 礎 の 異 形	2.0	あり	1.0 なし
⑳ 腐 蝕 化 の 程 度	2.0	あり	1.0 なし
㉑ 傾 斜 地 盤	2.0	4種地盤のうち振動耐性地盤	1.0 その他
$P_3 = ⑱ \times ⑲ \times ⑳ \times ㉑ \times ㉒ \times ㉓ \times ㉔$			$P_3 = -$
評 価 点		$X = P_1 \times P_2 =$	$Y = P_2 =$

表2

ランク	評 価 点	
	X	Y
A	60以上	10以上
B	40以上60未満	5以上10未満
C	40未満	5未満

耐震性が低い
耐震性がやや低い
耐震性が良好

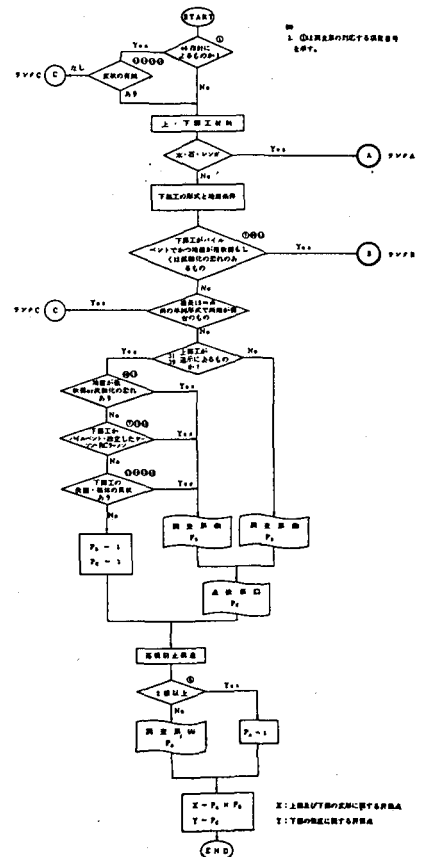


図1 橋りょう耐震調査フロー