

階層構造モデルを用いた維持管理支援システムの実用化の検証

山口大学大学院 正会員 白倉篤志 (株)富士通 プライムソフトテクノロジ 前田剛志
 山口大学工学部 正会員 中村秀明 山口大学工学部 正会員 宮本文穂

1. はじめに

我が国では、1960年～1970年代の高度成長期にコンクリート構造物への信頼性の高さから大量のコンクリート構造物が建設された。しかし、近年のJRトンネルや高架橋のコンクリート塊落下などに挙げられるような第三者にも影響を及ぼすような事例が多発し、構造物の保全問題に対し社会的関心が高まっている。そこで、本研究室では日常点検程度の入力データで専門技術者と同様な診断ができる階層構造モデルを利用した維持管理支援システムの開発を行ってきた^{1),2)}。しかし、本システムでは、診断に用いる階層構造モデルの作成時間の短縮や実構造物への適用手順の明文化など様々な問題があった。そこで本研究では、システムの実構造物への適用およびその検証と階層構造モデル作成の効率化を行った。

2. 本システムの実構造物への適用

本研究では、本システムを専門技術者の協力の下、実構造物の1つであるコンクリート橋へ適用した。適用する過程はSTEP1～STEP7で表される(図1)。

- [STEP1] 要因の抽出
- [STEP2] あいまいマトリックスの作成
- [STEP3] 階層構造モデルの作成
- [STEP4] 階層構造モデルの合理性の判定
- [STEP5] 質問項目の設定
- [STEP6] 各パラメータの設定
- [STEP7] システムの検証

STEP1では、コンクリート橋の状態を評価するための要因や損傷・劣化に関係する要因を抽出した。要因を抽出する際に、各要因の定義を専門技術者から収集、「評価」「状況」「原因」という大きく3つの属性区分を設けた。

STEP2では、マトリックスに各要因間の帰属度を入力した。入力数の削減や事前入力を行い、少しでも専門技術者が効率よくマトリックスに数値を入力できるようにした。

STEP3, STEP4では、階層構造モデルを作成するためにFSM法を適用し、そのモデルの合理性を判定して最適なモデルを構築した。ここでは、階層構造モデル作成において閉ループが発生した際にその発生原因を特定し、その対処方法を設定した。また、FSM法適用後にパスの追加・削除を行えることを明記した。

STEP5では、パスの判定に用いる質問項目の設定を行った。ここでは、「状況」にあたる要因に関する質問には条件文を付けることでより正確な質問が行えるようになった。

STEP6では、各パラメータ(損傷度, 確信度, 影響度)の設

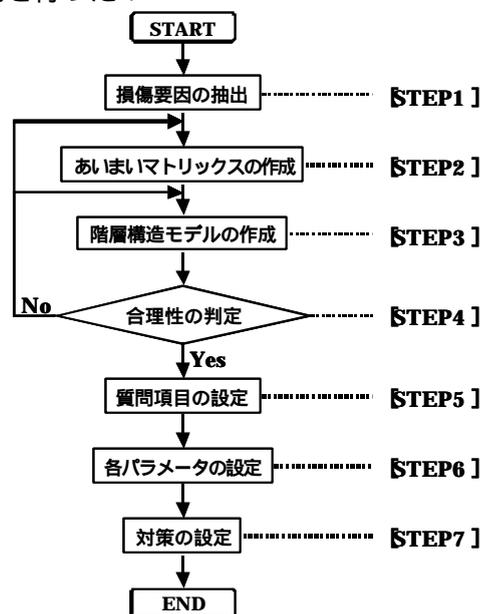


図1 本システムの適用過程のフロー

表1 K橋の橋梁諸元

橋梁名	K橋	架設状態	河川の上にある
橋梁区分	本線橋	最大支間長	8.4(m)
橋長	63.45(m)	有効幅員	4.4(m)
全幅員	4.99(m)	設計示方書	不明
架設年次	大正6年2月 (昭和30年改築)	交通量	平日300台 / 12h
径間数	8径間		
構造形式	上部工 下部工	RCT桁橋 RC重力式橋台・ラーメン橋脚	

表2 抽出された初期判定項目

No.	要因名	No.	要因名
7	滞水	62	打継目
34	腐食	64	養生不良
42	作用荷重	65	締固め不良
50	橋齢	66	型枠不良
57	乾燥収縮	68	構造上の弱点
61	配筋配置状態	80	初期排水機能の不備

キーワード：維持管理 階層構造モデル FSM法 診断

〒755-8611 山口県宇部市常盤台2丁目16-1 TEL: 0836-85-9531 FAX: 0836-85-9501

定を行った。損傷度においては専門技術者に具体例を挙げてもらい、入力者が指標を持てるようにした。確信度および影響度においては、それぞれグラフパターンごとにどのような状況が想定されるかなどの必要な情報を付け加えた。

今回の作業を通して適用過程を明文化することができた。STEP7 については次節で説明する。

3. 実構造物による検証および評価

構築したシステムの実用性を評価するために県内のコンクリート橋 K 橋を対象として診断を行った。K 橋の橋梁諸元を表 1 に示す。この K 橋に対して調査員に質問項目に回答してもらい、判定項目を抽出した(表 2)。

表 2 の判定項目ごとに損傷度および点検方法を入力してもらい、本システムによる評価を行った。しかし、従来の診断方法では「原因」にあたる要因が多く(表 2 中の網掛け部分)、専門技術者との評価に大きい差異が見られた。そこで、「評価」、「原因」、「状況」と要因を区分しているため、「原因」にあたる要因が判定項目になった場合には、パスを辿って最初に到達する「状況」にあたる要因を新たに判定項目とするよう変更を加えた。この方法で新たに判定項目を抽出しなおした結果を表 3 に示す。

従来の診断方法は判定項目の損傷度を定量的に入力するのが難しいため、診断結果が 50 点付近に集中したのに対し、改良後の診断方法は損傷の状況を入力するため、損傷度がより判断しやすくなり、専門技術者の評価に近づいたと考えられる(表 4)。

また、専門技術者の評価方法が損傷の大きい側の要因に着目して行われていると考えられるため、最上層要因の 1 つである「耐久性」に着目し、損傷度がある程度以上のものを抜き出し、診断を行った。評価結果は、ほぼ専門技術者と同じ評価となった。その際の帰属度関数を図 2 に示す。

実際に、専門技術者が「速やかに補修するのが望ましい」として挙げた要因は、「主桁ひび割れ」「床版ひび割れ、遊離石灰」「舗装ひび割れ」「規格外の高欄」「橋脚」であり、本システムで対策候補として挙げられた要因「主桁ひび割れ」「床版ひび割れ」「舗装ひび割れ」とほぼ同じものだった。なお、本システムは下部工を対象部位から除いている。

このように今回の診断方法の変更は、より専門技術者の評価結果に近い結果を提案することができ、有効であることがわかった。

4. まとめ

適用手順を明文化することにより、今後他の構造物への適用の際に効率よく専門技術者の知識・経験を反映させることができるようになった。

各要因の役割(原因, 状況)を明確にし、従来の診断方法を改良することでより良い評価・判定が行えるようになった。また、対策項目としても概ね妥当な項目を抽出することが出来た。

参考文献

- 1) 白倉篤志, 水口弘範, 宮本文穂, 中村秀明: 階層モデルを用いたコンクリート橋の維持管理支援システムの構築, 構造工学論文集 Vol.44A, pp.1017-1024, 1998.3.
- 2) 白倉篤志, 宮本文穂, 中村秀明, 前田剛志: 自動描画法を用いた構造物診断のための階層構造モデルの構築, 土木学会論文集, No.658/ -28, pp.267-272, 2000.9.

表 3 改良後の判定項目

No.	要因名	No.	要因名
7	滞水	26	舗装ひび割れ
8	主桁ひび割れ	34	腐食
9	床版ひび割れ	36	コールドジョイント
10	ひび割れ方向	38	桁端部付近の損傷
19	ジャンカ		

表 4 システムと専門技術者の評価結果

最上層要因	システム評価	専門技術者の評価
耐久性	64	80
耐荷性	62	70
機能性	60	85

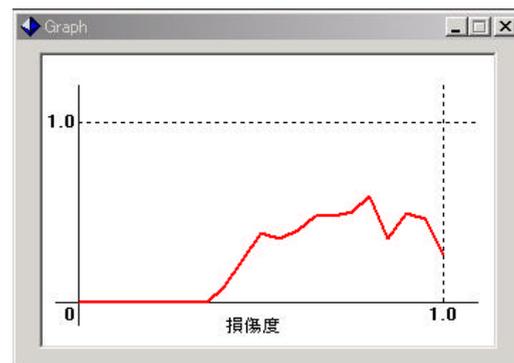


図 2 改良後の帰属度関数