

I - A266

あいまい階層モデルを用いたコンクリート橋維持管理支援システムの構築

山口大学大学院 学生員 ○水口弘範 ㈱ニチゾウテック 正会員 白倉篤志
 山口大学大学院 学生員 石谷直文 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

近年、橋梁は、経年による変状や交通量特に大型車の増大や、設計時からの厳しい環境条件などに伴い、架設直後からすでに劣化が始まっているのが現状である。その一方で、橋梁の大規模化が進み、さらに過酷な環境条件下で長期にわたって耐えることを要求されている。そのため豊富な技術的経験及び知識を持つ専門技術者による診断が不可欠であるが、このような専門技術者が、診断を必要とする橋梁数に対してかなり不足しているという問題がある。本研究はこの問題を解決すべく、専門的な知識を余り必要とせずに専門技術者と同等の診断が下せるよう、これまでに専門技術者の持つ過去の経験や知識をベースとした損傷要因間の関連性を階層化し、最終的な診断にファジィ集合論を適用した橋梁診断システムの開発に関して検討を行ったものである。

2. あいまい階層構造モデル作成手法のプログラム化

2.1 あいまい階層構造モデル¹⁾

一般に橋梁に発生する損傷は、単一の原因だけではなく、交通量の増大、車両の大型化による荷重の増加、過酷な環境条件、設計・施工の不備など、いろいろな要因が複雑に絡み合い、発生していると言われている。

この損傷と原因、また損傷発生による橋梁諸機能への影響などに見られる関連性を一つのシステムとして捉え、各損傷要因をシステム工学的に階層化したものが、あいまい階層構造モデル(以下階層モデルと略記)である。この階層モデルは、損傷要因間の相関関係に専門技術者の豊富な知識や経験を反映させることによって、損傷がどのような原因で発生し、その後どのようにして耐久性や供用性に影響を与えるかが、一連の流れとして把握することが可能となる。

2.2 階層モデルの作成

階層モデルを作成するために、これまで様々な手法が考えられているが、本研究ではFSM(Fuzzy Structural Modeling)法²⁾を用い、階層モデル化手法のプログラム化を行った。

これまでの研究では、全て手計算によって階層モデルが作成されてきた。この手計算による手法は、階層モデルの要因数が多くなるほどその計算は複雑化するため、時間の浪費や、計算ミスによる結果の信頼性など多くの問題があることは明らかである。そこで、本研究ではあらかじめ要因間の関連性を数値化したマトリックスから階層モデルの要因間の指標を導き出すまでのプログラム化を行った。このプログラムを作成することで、階層モデルの作成の高速化とモデルの再構築において、より柔軟な対応が可能となる。

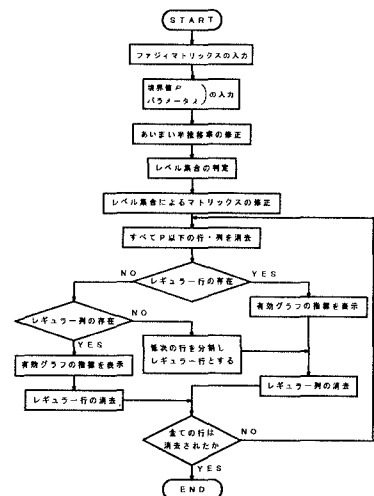


図1 プログラムのフローチャート

キーワード：維持管理支援システム、あいまい階層モデル、帰属度関数

連絡先：〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2557 TEL:0836-35-9951 FAX:0836-35-9951

3. コンクリート橋維持管理支援システムの開発と検証

3.1 システムの適用例

図2及び図3は、山口県内の橋齢 60 年のコンクリート橋（Y橋）に対して本システムを適用して得られた耐久性に関する診断結果を示している。Y橋では、床版や主桁に幅 0.2mm 以上のひび割れが多数発生していたり、かぶり不足により鉄筋が腐食して剥離していた。図3の診断結果から、Y橋の「耐久性」は Moderate が 50.1%、Severe が 34.6% となり耐久性の低下が進行しつつあり、補修の必要性が高いことを示している。同時に実施した経験豊富な橋梁技術者の目視調査による診断結果も本システムと同様の結果となり、床版や主桁に幅 0.2mm 以上のひび割れが多数発生し、かぶり不足により鉄筋が腐食して剥離している箇所が認められるという状況からも、妥当な診断結果を得ることができたと考えられる。

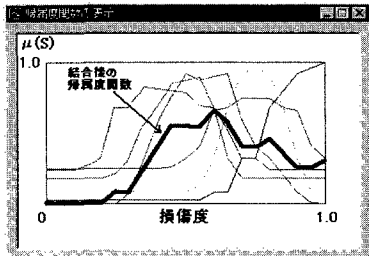


図2 耐用性診断画面1

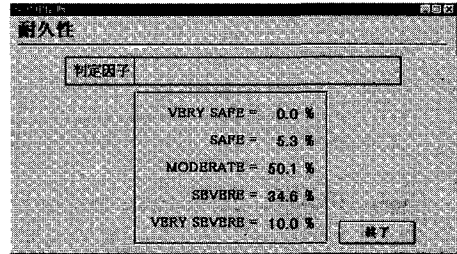


図3 耐用性診断画面2

4. 対策工の選定

本システムでは、階層モデルを利用することによって判定因子が抽出され、その判定因子ごとにそれぞれの状態を表す帰属度関数を計算し、最終的には Dempster の結合則によって1つの帰属度関数（図2）を求める。ここで以下の仮定を設ける。

- ①結合後の帰属度関数の重心位置の損傷度が 0.5 を越える場合を対策が必要な状態とする。
- ②ある項目に対し対策工が実施されたとした場合、その項目の評価を最良の状態とする。

上記仮定により、診断に用いられた判定因子を種々除くことによって、結合後の帰属度関数の重心位置を求め直し、損傷度が 0.5 以下になるケースを抽出する。そして求められたケース（判定因子）に対する対策工を図4に示すように表示すれば、「対策」まで含めた維持管理を実行したことになる。

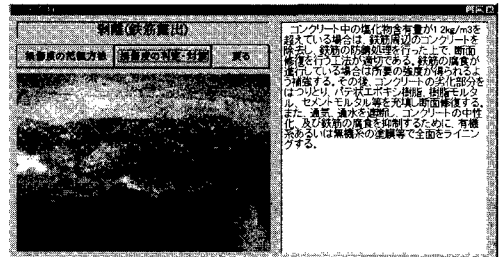


図4 損傷に対する対策の表示

5. まとめ

本研究で得られた成果を以下にまとめる。

- ①これまで手計算によって行われてきた階層モデル化手法をプログラム化した。これによって、新たな階層モデルの作成や、既存モデルの損傷要因間に新たな関連性が明確にされた場合、柔軟に対応し、素早く階層モデルの再構築を行えるようになった。
- ②対策工の選定法に関して、基本的な考え方を示すことにより、維持管理の基本構成である「劣化予測」→「点検」→「評価・判定」→「対策」→「記録」という一連の流れを実現することが可能となった。

参考文献

- 1) 西村昭, 藤井学, 宮本文穂, 富田孝弘: 橋梁診断のシステム化に関する基礎的研究, 土木学会論文集 第378号/ V-6, pp.175~184, 1987.2.
- 2) 田崎栄一郎: あいまい理論による社会システムの構造化, 数理科学, No.191, pp.54~66, 1975.5.