

構造物の損傷要因に関する階層構造モデル作成方法の合理化

山口大学大学院 学生員 ○前田剛志 (株) 富士通関西システムズ 大塚和清
山口大学工学部 正会員 宮本文穂 山口大学工学部 正会員 中村秀明

1. はじめに

近年、コンクリート構造物には、各種の劣化現象が現れており、適切な補修・補強によって維持管理を行う必要がある。維持管理を適切に行うためには、専門技術者による評価・判定が不可欠であり、本研究室では、従来より FSM(Fuzzy Structural Modeling)法と自動描画法を用いた「構造物維持管理支援システム」の開発を行ってきた^{1),2)}。しかし、実構造物への適用では、階層構造モデルの作成に際して不明瞭な部分があり、階層構造モデルのスムーズな構築が行われていなかった。そこで、本研究では、階層構造モデルの作成を合理化し、コンクリート橋と鉄道トンネルに適用した。

2. 従来の階層構造モデル作成方法の問題点

著者らの従来の方法は、マトリックスへ入力する時間や、専門技術者の入力への労力も甚大なものであった。また、モデルの構築の際に残されている資料は、合理性の判定以降の記述が省略されている事が多く、その後の経緯を知ることが困難な状況にあった。そこで、可能な限りモデルの構築を合理化することによって、今後新たな階層構造モデルの作成や、一度作成した階層構造モデルの更新を容易にする必要がある。

3. 階層構造モデル作成方法の見直し

上述の問題を解決するために、まず最上層要因に関して階層構造的に上向きの関係、すなわち、マトリックス中において最上層要因の行部分には全て 0 を入力する。これらの要因は、すでに専門技術者の判断で最上層要因であると位置付けしていることから、上向きの関係を考慮する必要がないためである。次に、最上層近辺の階層構造を専門技術者が容易に判断できるような場合には、あらかじめそれらの階層構造モデルを作成してもらい、その作成された階層構造モデルを基に最上層付近の要因間関係を 1 または 0 で入力しておく(表 1)。このような下準備を実施することにより、あいまいマトリックスへの必要入力総数の削減による作成時間の短縮、および入力への労力低減が期待できる。また、合理性の判定以降の記述に関しては、今回新たに階層構造モデルを作成する際の経緯を明記する。改良された階層構造モデル作成フローを図 1 に示す。

4. 階層構造モデル作成

4.1 要因の決定

階層構造モデルの作成にあたっては、実際に維持・管理に携わっている専門技術者に協力を仰ぎ、要因の選定を行った。ここで、対象とする構造物は、橋梁では主に RC 橋、トンネルでは鉄道トンネルとした。手順としては、それぞれの専門技術者に考えられる要因をすべて列挙してもらい、作成された要因候補のリストを基にして専門技術者と話し合いを行うことによって最終的な要因を決定した。

4.2 あいまいマトリックスの作成

4.1 にて決定した要因を用いてあいまいマトリックスを作成する。作成にあたって、橋梁の専門技術者から、最上層付近の階層構造モデルをあらかじめ作成することは困難であるとの意見が出たため、橋梁のモデ

表 1 トンネルに関するあいまいマトリックスのフォーマット

最上層要因とその近辺の階層モデルを1と0で入力												
Factor name	Serviceability	Cracks	Environmental deterioration	Delamination	Spalling of concrete	Corrosion of reinforcement	Load carrying capacity	Structural safety	Seismic resistance	Displacement	Other and related cracks	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

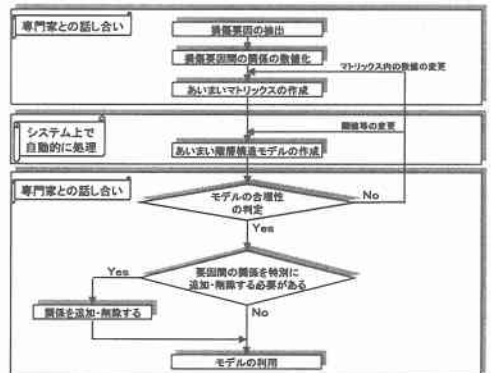


図 1 変更後の階層構造モデル作成フロー

ル作成では最上層要因に関する行要素以外のすべての要因間関係に対して数値化を行った。トンネルに関しては、専門技術者が最上層近辺の階層構造モデルを構築可能であったため、作成されたモデルに基づいて、あらかじめ0と1で入力した。

4.3 階層構造モデルの作成

作成したあいまいマトリックスを基に階層構造モデルを作成した。既存の研究においてFSM法における計算と、計算結果を基にして階層構造モデルを自動で描画する機能が作成済みであったため、これを用いて階層構造モデルの描画を行った。作成された階層構造モデルでは、図2で示すように閉ループが発生した。

しかし、本研究における階層構造モデルは、閉ループを持たない非閉路有向モデルでなければならない。発生した全ての閉ループを

取り除かなくてはならない。そこで、作成された階層構造モデルに対して、閉ループの発生原因を調査した。そして、閉ループ発生原因と思われる箇所を具体的に専門技術者に提示し、階層構造モデルの修正を行った。

このように閉ループを解消し、大筋で理にかなった階層構造モデルを作成した。さらに、パスが専門技術者の意図している通りに発生しているかチェックを行った。その結果を基にパスの調整を行い、最終的な階層構造モデルを得た。

5. 改良後の階層構造モデルの評価

まず、橋梁に関する階層構造モデルの評価を行う。ここでは一例として、「漏水」を挙げる。図3と図4を比べると、「漏水」において「遊離石灰」、「ひび割れ」、「滞水」がどちらもほぼ同じ構造をしている。また、今回新たに加えられた要因のうち、「コールドジョイント」等が加わっていることから、最近問題となっている要因にも対応したモデルが構築できたことがわかる。しかし、専門技術者にとってこの改良後モデルにも違和感が残っている。

それは、遠因の存在である。そのため、遠因に関して今後十分な議論を行う必要がある。以上の結果から、「滞水」に関しては下位要因の具体的な細分化や新しい要因の追加によって、より詳しく、また、新たな要因に対応した階層構造モデルを得ることができたが、今後上記の問題を解決していく必要があると考える。

次にトンネルに関する階層構造モデルの評価を行う。鉄道トンネルは、近年色々な問題が発生している構造物である。今回作成したモデルは、実際に鉄道トンネルに関わっている専門技術者によるものではないが、コンクリートに関する豊富な知識を持った専門技術者によるものである。そのため、鉄道トンネルの階層構造モデルにおける基本的な損傷および劣化のメカニズムは、ほぼ抽出できた。しかし、この階層構造モデル作成に携わった専門技術者の意見によると、十分なモデルとはいえないことから、今後実際に鉄道トンネルに携わっている専門技術者との話し合いが必要である。

6. まとめ

- ① 階層構造モデル作成方法中の不明瞭な部分を明確にし、作成方法に改良を加えることにより、スムーズなモデル構築が可能となった。
- ② 橋梁のモデルでは、最近明らかになった要因などを加えることで、より良いモデルを得ることができた。
- ③ トンネルのモデルは、将来的な目標である橋梁以外のシステム構築への足がかりになると考える。

7. 参考文献

- 1)宮本文徳,田中常夫:コンクリート橋損傷要因の階層化とその診断への適用,財団法人建設工学研究所,「研究報告」第30号別冊,1988.12.
- 2)水口弘範:自動描画法による階層構造モデル作成機能の構築と構造物維持管理支援システムへの統合および評価,山口大学修士論文,1999.2.

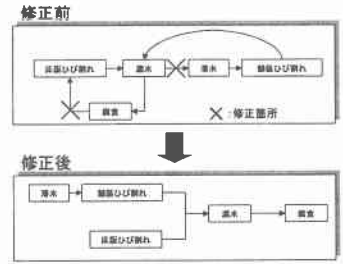


図2 橋梁モデルの閉ループ削除の例



図3 既存のモデルにおける「漏水」近辺

図4 改良後のモデルにおける「漏水」近辺