

I - A 225 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

(株)ニチゾウテック 正会員 白倉篤志 (株)富士ソフト ABC 非会員 水口弘範
 山口大学大学院 学生員 前田剛志 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

これまでに本研究室で開発されてきた「構造物維持管理支援システム」¹⁾は、階層構造モデルの視覚的表示を手作業で行わなければならないという点や、階層構造モデルを構築するシステムと維持管理支援システムが別個に存在し、一連のシステムとして機能していないという問題点があった。そこで本研究では、階層構造モデルの視覚化アルゴリズムを考案することで、最終的に FSM 法から階層構造モデルの構築と視覚的表示を可能とする「階層構造モデル作成機能」の構築を行なう。さらにこの機能を従来のシステムを統合することで、モデルの構築→点検→診断といった一連の流れはもちろん、モデルの再構築（要因の追加・削除等）にも柔軟に対応が可能な、実用性の高いシステムへと改良を行なった。

2. 階層構造モデル作成機能の構築

2.1 自動描画法の適用

階層構造モデルを視覚的に表示する際、「良い」描画について考慮する必要がある。これは逆に「良くない」描画が混乱や過ちを引き起こす可能性があるからである。本研究では「可読性」、「美しさ」に配慮し、既往の自動描画法を適用・改良し、視覚化を行なった。

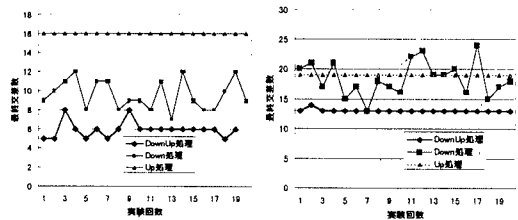


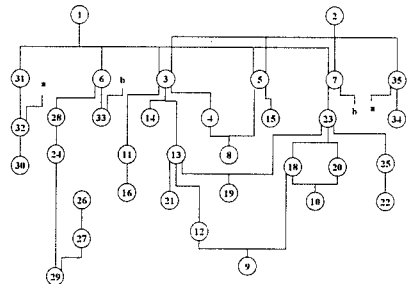
図1 重心法の適用方法による交差数の比較

2.2 頂点の階層割り当て

ここではモデルの各頂点の y 座標を描画規則「一様分布」、「辺長小」を満たすように決定する。本研究では ISM 法における階層割り当て²⁾と、ダミー頂点を用いることで、階層割り当てを行う。

2.3 頂点の配置順序決定

このステップでは、先の階層割り当てによってすべての要素が各階層に分けられたことから、描画規則「辺交差最少」を達成するように各階層において要素に順序付けを行う。本研究では、2 段グラフにおける重心法³⁾を各段に対して上から下、下から上へと適用することで、交差数の減少を行った。



差数の少ないモデルを得ることができることが確認できた。

最終的に構築したシステムの検証として、過去の研究において手作業によって構築したモデルと本研究による描画結果との比較を行なった(図2(a), (b)参照)。図2よりシステムによる描画結果は手書きに比べて、辺交差のところで人によっては若干読み取りにくい場合が考えられるが、大きく劣っている点もなく、描画までにかかった時間は5分程度あり、以上の点から本機能が非常に有効なものであるといえる。

3. 構造物維持管理支援システムの改良

3.1 システムの統合

階層構造モデルの構築からシステムにおける診断への適用までを一連の流れとして処理を行うためシステムの統合を行なった。

3.2 本システムの適用

構築した「構造物維持管理支援システム」の適用例として、コンクリート橋をモデルに、実際にモデルの構築から診断までの操作を行なった。使用するモデルは金海ら¹⁾のコンクリート橋の階層構造モデルを用い、対象橋梁は山口県が管理する「T橋」の第3スパンを対象とした。診断時における点検結果、判定には、事前に専門家によって行われた調査・点検データを利用して行なった。

「耐久性」のモデルをもとに点検結果を入力した際のモデルのバスの判定結果を図3(a)に示す。初期のモデルでは耐久性に影響する要因は「コンクリート表層の変状」のみであったが、実際の点検結果からは遊離石灰等、耐久性に影響を与える損傷が見られており、モデルのバスの判定結果と食い違いが生じている。そこで次のような知見を与えモデルの再構築を行なった。

- (1) 既存モデルには「遊離石灰」の要因がないが、これは耐久性に関連ことから要因を追加する。
- (2) 剥離(鉄筋露出)はコンクリート表層の変状を伴うことからこのバスを追加する。
- (3) 床版の2方向ひび割れはコンクリート表層に影響を及ぼすものと考えられるのでこのバスを追加する。

以上の知見によって再構築を行なったモデルを用い、再びバスの判定を行なった結果(図3(b))、改良によって遊離石灰や床版のひび割れ等の損傷要因へのバスがつながり、変更内容の妥当性が確認できた。また今回の例のように損傷要因間に新たな知見が加わった場合、すぐに階層構造モデルの再構築が実施でき、さらに診断へとスムーズに移行できることから、システムの有効性が高いといえる。また本システムの診断結果は損傷度が0.64、「排水施設の損傷」、「ひび割れ幅」に対して対策が必要であるという結果が得られた。この結果は専門家による判定結果と近いものであった。

4. まとめ

- ① グラフの自動描画法を改良・適用することによって、最終的にFSM法から階層構造モデルを視覚的に表示させる「階層構造モデル作成機能」の構築を行った。
- ② 「階層構造モデル作成機能」を従来の「構造物維持管理支援システム」へと統合することで、モデルの構築から診断までを一連の流れとして動作させることを可能とした。
- ③ 本システムをコンクリート橋に適用し、モデルに階層構造モデルの構築から診断までを行なった。モデルの再構築にも柔軟に対応でき、より良い診断結果を得ることができ、システムの有効性が確認できた。

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, 1998. 3.
- 2) 吉川和広: 新体系土木工学 52 土木計画のシステム分析, 土木学会, 1980. 3
- 3) 杉山・田川・戸田: 構造情報の視覚表現に関する研究-階層構造モデルの自動平面描アルゴリズムとその応用, 富士通(株) 国際情報社会化学研究所研究報告第2号, 1/41, 1981
- 4) 金海鈺, 葛目和宏, 宮本文穂: コンクリート橋損傷要因のファジィ階層化と維持管理への適用, コンクリート工学論文集, pp. 75-82, 1992. 7.

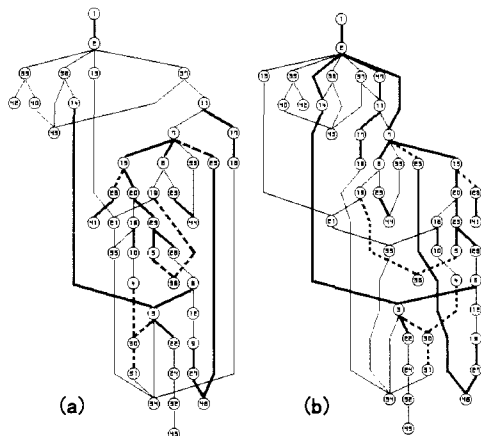


図3 バスの判定結果

図3 (a)は初期モデルのバス判定結果、(b)は改良後の結果を示す。図3(a)と(b)の両方とも、階層構造モデルのバス判定結果を示すグラフである。ノードは円形で、辺は直線または点線で結ばれている。図3(a)は初期モデルの結果、図3(b)は改良後の結果を示す。改良後、より多くのノードが接続され、ネットワークがより複雑になっていることが確認できる。