

Bridge Management System における劣化要因推定の信頼性向上

山口大学工学部 正会員 ○中村秀明 安川情報システム(株) 非会員 鬼丸浩幸
 山口大学 VBL 研究員 正会員 河村 圭 山口大学工学部 正会員 宮本文穂

1. はじめに

本研究室では橋梁に対する維持管理業務の支援を目的とした「Bridge Management System」(以下、本BMS)の開発を行ってきた。本BMSの一機能である劣化要因推定機能¹⁾(以下、本機能)は、対象橋梁の主桁・床版に対して、発生している損傷からその劣化要因を推定する機能であるが、既存の研究により、いくつかの劣化要因に対して推定がうまく出来ていないことが問題点として挙げられている。本研究は、本機能に対して劣化要因の推定に関するルールの追加・変更等を行うことによってこの問題点の解消し、本機能の劣化要因推定の信頼性を向上するものである。

2. 本機能に対するルールの追加・変更

既存の本機能は、損傷と劣化要因に関する様々なルールを用いて構築された因果ネットワークを利用して劣化要因の推定を行っている²⁾。このルールは、そのほとんどが既往の文献を参考に作成されたものであり、劣化要因推定のための全てのルールを抽出できているとは言い難い。また、ルールの確信度は専門技術者ではなくシステム開発者が任意に決定したものであり、その信頼性が低いものである。そこで、本研究では専門技術者の協力のもと既存の本機能に対して以下に示す項目について改良を行った。

1) 考慮する損傷・劣化要因の再定義

本機能内で考慮する損傷・劣化要因の再定義を行い、既存の機能において考慮されていた損傷・劣化要因から不必要なものを削除し、必要なものを新たに追加した。

2) 損傷・劣化要因の因果関係に関するルールの設定

1) で決定した損傷・劣化要因に対する因果関係に関するルールを専門技術者の意見を参考に作成し、各ルールの確信度を設定した。

3) 環境条件・周辺状況に関するルールの作成

対象橋梁特有の劣化機構を推定するためのルールとして、対象橋梁の環境条件や周辺状況によって劣化要因を推定するルールを本機能に新たに追加した。ルールの作成、およびルールの確信度の設定には専門技術者の意見を参考にした。

項目1), 2)を行うことによって、本機能内の床版に対する因果ネットワークは図1に示すものとなった。また、項目3)では、表1にその一部を示すルールを本機能に追加した。ここで、表1に示すルールは質問に対する回答によって対応するルールの確信度が変更されることを示し、例えば、「片車線の大型車交通量」が「1000台/24h以上」と回答すると、「床版ひび割れ」が発生しているならばその要因は“荷重等の力学的要因”である」というルールの確信度が0.6からランクアップされることを示す。このように、ルール

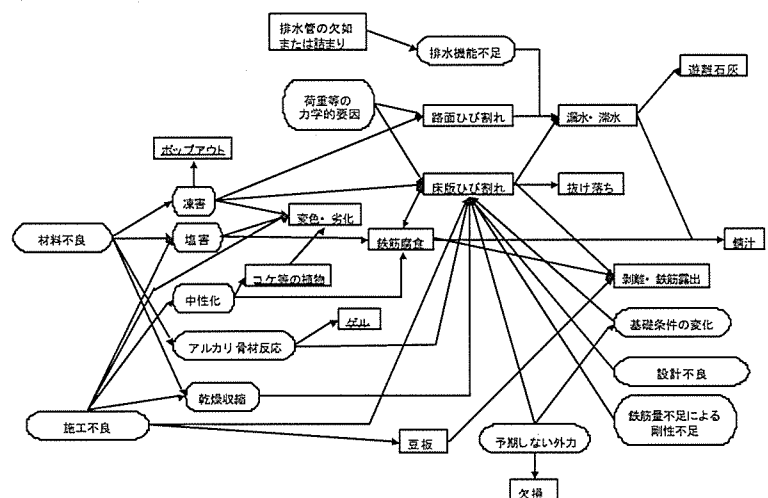


図1 変更後の床版に対する因果ネットワーク

キーワード：橋梁維持管理 劣化要因 損傷 因果ネットワーク 推論

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

表1 本機能に追加した環境条件・周辺状況に関するルール（一部）

質問	部材	影響するルール			質問に対する回答による確信度の変更値				
		前件部事象	後件部事象	確信度	ランクUP	ランクDOWN	不明	不明	
片車線の大型車交通量は以下のどれに該当しますか？	床版	床版ひび割れ	荷重などの力学的要因(床版)	0.6	R ≥ 1000台 / 24h	ランクUP	1000台 / 24h	不明	不明
	床版	路面ひび割れ(床版)	荷重などの力学的要因(床版)	0.6		ランクUP			不明
	主桁	ひび割れ	曲げ応力(主桁)	0.4		ランクUP			不明
	主桁	ひび割れ	せん断応力(主桁)	0.4		ランクUP			不明
橋齢は以下のどれに該当しますか？	床版	床版ひび割れ	荷重などの力学的要因(床版)	0.6	T ≥ 50年	ランクUP	50年 ≥ 10年 > T	不明	不明
	床版	路面ひび割れ(床版)	荷重などの力学的要因(床版)	0.6		ランクUP			不明
	床版	鉄筋腐食(床版)	塩害(床版)	0.4		ランクUP			ランクDOWN
	床版	鉄筋腐食(床版)	中性化(床版)	0.4		ランクUP			ランクDOWN
	主桁	ひび割れ	曲げ応力(主桁)	0.4		ランクUP			不明
	主桁	鉄筋腐食(主桁)	塩害(主桁)	0.4		ランクUP			ランクDOWN
	主桁	鉄筋腐食(主桁)	中性化(主桁)	0.4		ランクUP			ランクDOWN
設計示方書は以下のどれに該当しますか？	床版	床版ひび割れ	鉄筋量不足による剛性不足(床版)	0.4	昭和45年以前のもの	ランクUP	昭和46年以後のもの	不明	不明
	主桁	ひび割れ(主桁)	鉄筋量不足による剛性不足(主桁)	0.4		ランクUP			不明

表2 専門技術者へのアンケート調査結果と本機能2の実橋梁への適用結果の比較

劣化要因名	Ho橋(④)			Tu橋(③)			Ko橋(②)		
	専門技術者	既存機能	改良後の機能	専門技術者	既存機能	改良後の機能	専門技術者	既存機能	改良後の機能
曲げ応力(主桁)	4	0.6	0.9	4	0.6	0.6	4	0.4	0.6
せん断応力(主桁)	4	0.4	0.4	3	0.6	0.6	3	0.4	0.6
施工不良によるもの(床版)	4	0.4	0.4	4	0.4	0.9	3	0.4	0.4
材料不良によるもの(床版)	3	0.4	0.2	3	0.4	0.2	3	0.4	0.2
設計不良によるもの(床版)			0.4			0.4			0.4
鉄筋量不足による剛性不足(主桁)	4	0.4	0.6	4	0.4	0.6	4	0.4	0.6
アルカリ骨材反応(主桁)	3	0.4	0.4	3	0.4	0.4	2	0.4	0.4
塩害(主桁)	3	0.2	0.4	3	0.2	0.4	2	0.2	0.4
中性化(主桁)	4	0.2	0.4	4	0.2	0.4	3	0.2	0.4
凍害(主桁)	3	0.4	0.4	3	0.4	0.4	2	0.2	0.4
乾燥収縮(主桁)	3	0.4	0.4	3	0.4	0.5	3	0.4	0.4
排水機能不足(主桁)	3	0.2	0.2	4	0.9	0.9	4	0.2	0.4
予期しない外力(事故、地震等)(主桁)	2	0.4	0.4	2	0.4	0.4	2	0.4	0.4
基礎条件の変化(主桁)	3	0.4	0.4	3	0.4	0.4	3	0.4	0.4

の確信度を変更し、対象橋梁特有の環境条件や周辺状況を機能内に考慮することによって、より専門技術者に近い劣化要因の推定を行うことが出来るように改良を行った。

3. 本機能の実橋梁への適用とその検証

以上のように改良を行った本機能について劣化要因推定の信頼性が向上したかどうかを検証するため、山口県下の実橋梁3橋3スパンに対して適用した。また、同橋梁には点検を行った専門技術者に対して作用している劣化要因をアンケート調査した。表2には、主桁に対する専門技術者へのアンケート調査の結果、既存機能の劣化要因推定結果、改良後の機能の推定結果を示す。同表中、専門技術者の回答は1～5で示され、値が高いほどその劣化要因が強く作用していることを示す。また、既存、改良後の機能からの出力は共に0.0～1.0で示され、値が高いほどその劣化要因が強く作用していることを示す。

表中 の網掛け部分は、専門技術者の回答に対して既存機能によっては推定できていなかったものが、改良後の機能によってうまく推定できるようになった部分を示しており、“曲げ応力”、“施工不良によるもの”、“鉄筋量不足による剛性不足”が該当する。この結果から、本機能の改良によって劣化要因推定の信頼性が向上したといえる。

4. まとめ

本研究による成果を以下にまとめる。

- ① 本BMSの1機能である劣化要因推定機能に対してルールの追加・変更を行った。
- ② 改良後の劣化要因推定機能の検証を行うため実橋梁に適用した。
- ③ 適用の結果、既存機能では推定できていなかった劣化要因が改良後の機能によってうまく推定できるようになった。

参考文献

- 1) 河村圭, 宮本文穂, 中村秀明, 小野正樹: Bridge Management System (BMS)における維持管理対策選定システムの開発, 土木学会論文集 No.658/IV-48, pp.121-139, 2000.9