

I - A 267

Bridge Management System(BMS)の実橋への適用と実用性の向上

（株）東洋情報システム 正会員 山岡健一
 山口大学大学院 学生員 小野正樹
 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

数多くの既存橋梁の中には、著しい損傷を受けているものが多く、何らかの維持管理対策が必要な状態のものも年々増加している。しかし、予算には上限があるので、無計画に維持管理対策を実行した場合、老朽化した橋梁の維持管理費が新設橋梁の建設費を圧迫する事態になる可能性が考えられる。このことから限られた予算を有効利用できるシステムの必要性が注目されてきている。こうした背景のもとに、本研究では橋梁の劣化診断、劣化予測、工法選定支援、維持管理計画が作成可能である橋梁維持管理支援システム（Bridge Management System(BMS)（以下本BMSと略記する））を開発し、実際に山口県下の橋梁に適用した。さらに専門技術者のアンケート結果との比較を行い、本BMSの出力結果の検証を行った。

2 本BMSの流れ

本BMSフロー図を図1に示す。まず、対象橋梁について点検を行う。点検は目視点検程度のもので、ひび割れ状況、環境条件、交通量、ひび割れ幅といった定性的および定量的データ、さらには橋梁諸元データをシステムに入力する。次に劣化診断機能¹⁾によって、橋梁各部材（床版および主桁）の劣化診断（図中の①）が行われる。さらに、劣化予測機能（②）によって、床版および主桁の劣化予測および余寿命予測を行う。次に工法選定支援機能（③）を用いることにより、対象橋梁が劣化するに至った要因を考慮した補修・補強工法の選定を行う。そして、維持管理計画最適化機能（④）²⁾を用いて、対象橋梁をある期間維持管理していく上で経済性および品質を考慮した維持管理計画を策定する。本BMSの最終出力は、対象橋梁の最適維持管理計画である。

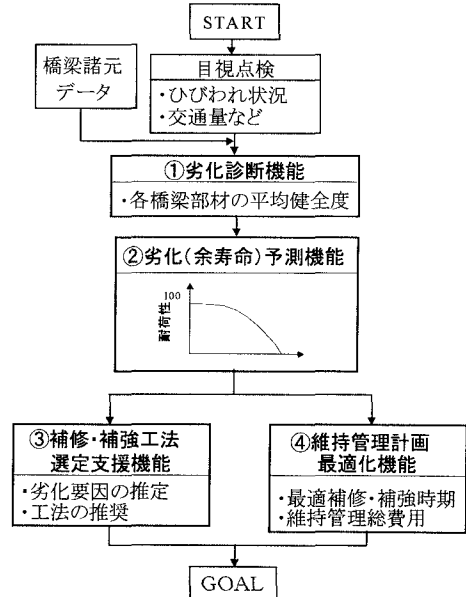


図1 本BMSのシステムフロー

3 目視点検およびアンケート調査

3.1 調査方法

橋梁に対する目視点検およびアンケート調査は、山口県周辺の建設コンサルタント会社（4社）に勤務する専門技術者（7名）を対象として行った。調査対象の橋梁は、7橋梁9スパンである。

3.2 調査結果

表1は専門技術者7名による主桁の診断結果の平均値である。これは、供用開始時を100点としている。表2は、専門技術者が判断した主桁の耐荷性からみた余寿命の結果である。表中のA～Fは専門技術者と記号を対応させたものであり、専門技術者が支持した余寿命範囲を

表1 専門技術者による診断結果（主桁）

判定項目 \ 橋梁名	N 橋	M 大橋	T 橋
曲げひび割れ	37.1	80.0	81.7
せん断ひび割れ	67.9	95.8	92.5
鉄筋腐食ひび割れ	45.7	87.5	73.3
付着ひび割れ	80.7	91.7	93.3
主桁の全体的損傷	37.1	76.5	75.0
主桁耐荷性	35.7	76.7	70.0
主桁耐久性	35.0	78.3	71.7
主桁耐用性	33.6	75.0	71.7

キーワード：Bridge Management System（BMS）、実用性、実橋への適用、目視点検、アンケート調査
 連絡先：〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2557 TEL&FAX：0836-35-9951

示す。補修・補強の必要性に対する調査結果の一部を表3に示す。この表には、主桁に対する補修・補強の必要性和その維持管理対策を示す。

表2 耐荷性からみた余寿命（主桁）

橋梁名 年数	N 橋	M 大橋	T 橋
10 年以内	ADFG	D	
11～20 年	BE	B	ABD
21～30 年	C	ACEF	CF
31～40 年			E

表3 補修・補強の必要性和維持管理対策（主桁）

橋梁名	補修・補強 工法の必要性	維持管理対策
N 橋	有	パテ工法, FRP or 鋼板接着工法
M 大橋	無	
T 橋	有	パテ工法, フレハットコンクリート工法

4 本BMSの出力結果と考察

表4は劣化診断機能から出力された主桁の診断結果である。アンケート調査の結果と比較してみると「M大橋」、「T橋」などは、アンケート結果に近い出力が得られている。しかし、「N橋」は、判定項目の各点数の傾向は、アンケート結果と比較的一致しているものの、全体的に評価が良くなり多少異なる結果となっている。これは、「N橋」だけが他の橋梁に比べて著しい損傷を受けており、ニューラルネットワークの学習の時に与えられたデータが、比較的健全な橋梁のデータのみであったためと考えられる。劣化診断機能は、学習に用いる橋梁の損傷状態の分布によって、信頼性が左右されるが、橋梁のサンプル数を増やしていくことでその問題は解消されると思われる。

表5の表中網掛け部分が、劣化予測機能から出力された結果である。余寿命予測の結果をみると、専門技術者が支持した範囲とシステムの出力結果が示した余寿命がほぼ重なっており、専門技術者が持つ余寿命の感覚に比較的うまく合致していたといえる。

工法選定支援機能からの出力として、表6に各橋梁の主桁に対する維持管理対策を示す。表3と比較してみると各橋梁の維持管理対策が、専門技術者の選択した対策とほぼ一致しているといえる。

また、維持管理計画最適化機能の出力として、「N橋」の主桁の維持管理計画において費用の上限を200U（1U≒¥1000/m²）とした場合を表7に示す。

5 まとめ

- ① 橋梁点検の専門技術者を対象とした山口県下の橋梁の目視点検およびアンケート調査を実施して、本BMSにおける実用性の検証および実用性向上を図るために必要なデータを収集した。
- ② 専門技術者を対象としたアンケート調査の結果と本BMSの出力結果を比較して、劣化診断機能、劣化予測機能、工法選定支援機能を検証した。
- ③ 維持管理計画最適化機能により、最適な維持管理計画を策定した。

参考文献

- 1) 三宅秀明, 山本秀夫, 宮本文徳, 中村秀明: 橋梁診断エキスパートシステムの推論機構の再構築と診断結果の比較, 土木学会中国支部講演概要集, 1997.5
- 2) 小野正樹, 山岡健一, 中村秀明, 宮本文徳: 既存橋梁の最適補修・補強計画への遺伝的アルゴリズムの適用, 土木学会中国支部講演概要集, 1997.5

表4 診断結果（主桁）

橋梁名 判定項目	N 橋	M 大橋	T 橋
曲げひび割れ	32.7	79.6	79.1
せん断ひび割れ	95.0	91.7	92.1
鉄筋腐食ひび割れ	46.8	84.1	89.0
付着ひび割れ	92.6	91.4	91.2
主桁の全体的損傷	49.9	75.6	84.3
主桁耐荷性	64.3	91.4	64.3
主桁耐久性	57.6	71.7	79.9
主桁耐用性	64.8	73.8	75.4

表5 耐荷性からみた余寿命（主桁）

橋梁名 年数	N 橋	M 大橋	T 橋
10 年以内	ADFG	D	
11～20 年	BE	B	ABD
21～30 年	C	ACEF	CF
31～40 年			E

表6 補修・補強の必要性和維持管理対策（主桁）

橋梁名	維持管理対策
N 橋	パテ工法, FRP or 鋼板接着工法
M 大橋	
T 橋	FRP or 鋼板接着工法, 外ケーブル工法

表7 「N橋(主桁)」維持管理計画（費用上限 200U）

実施年(年)	維持管理対策	費用(U)
2002	FRP 2 枚 or 鋼板接着工法, 樹脂注入工法	97.6
2013	モルタル吹き付け工法, 樹脂注入工法	33.6
2018	樹脂注入工法	23.8
	点検	36.0
		191.0