

RBM を用いた橋梁維持管理システムの高精度化に関する研究

株式会社 IHI インフラシステム 正会員 ○戸田 勝哉

株式会社 IHI インフラシステム 正会員 楊 威

株式会社 IHI インフラシステム 正会員 倉田 幸宏 東北大学 フェロー会員

株式会社 IHI 弥富 政享

株式会社 IHI 富士 彰夫

株式会社 IHI インフラシステム 正会員 鈴木 基行

1. 目的

橋長 15m 以上の橋梁に於いては、築後 50 年以上経過したものは 2011 年で 9% であったが、2021 年には 28%、2031 年には 53% と大幅に増大することが予測されている。現在、主な橋梁は 5 年毎に「橋梁定期点検要領(案)」に基づき、主に目視により点検業務を行っている。今後膨大な量の橋梁を効率良く維持管理するためには、劣化した箇所を抽出するだけでなく、周囲に与える影響度まで考慮し、それらがシステムとして稼働することが必要とされる。本研究では、ボイラーやクレーンなど民間資本の維持管理システムとして既に確立されている RBM(Risk Based Maintenance)を用いて、橋梁向けの維持管理システムを適用し、その有効性を確認した。

2. 橋梁の諸元

対象とした橋梁は、写真-1 に示すような 1985 年に竣工した橋長 63m、全幅員 12.8m の 2 径間連続鋼非合成鈹桁橋である。東北にある主要国道の橋梁であるため、冬季には融雪剤が散布されている。

本橋梁は 2011 年に定期点検が行われており、橋梁本体については腐食等の軽度な損傷とされており、排水関に関しては腐食や欠損、漏水が生じていることから、速やかな補修が必要とされている。



写真-1 対象橋梁外観

3. RBM の概要

RBM とは、リスクを指標として維持管理の順位付けの選択を行う手法で、メンテナンスに掛かる費用を下げ、且つ万が一災害が発生した際の人的な影響を最小限に抑える手法である¹⁾。リスクは以下の式(1)で定義される。

$$\text{リスク} = \text{破損確率} \times \text{影響度} \quad (1)$$

ここで破損確率とは、損傷係数基本、劣化加速要因、検査要因、施工・管理要因を定量化して求められる。一方、影響度は、安全性(人身災害)、経済性被害の 2 項目について定量化して求められる。これらの項目は、橋梁を構成する全ての部材に対して実施される。損傷係数基本に関しては、鋼であれば腐食、亀裂、ゆるみ・脱落等々、コンクリートであればひび割れ、剥離・鉄筋露出、漏水・遊離石灰等々を「橋梁定期点検要領(案)」に基づき 5 段階で評価する。なお、今回実施した破損確率の評価要因を表-1 に、影響度の評価要因を表-2 にそれぞれ示す。破損確率および影響度における評価要因の重みづけは、階層分析法により橋梁およびリスク評価の専門家により数値化して行った。

表-1 破損確率の評価要因

損傷係数基本	劣化度
	供用年数
	交通量
	当該部材の環境
検査要因	当該部材の局部/断面応力レベル
	検査有効度
	余寿命計算
	設置位置
施工・管理要因	損傷事例
	施工品質
	塗装・防食機能
	補修履歴
	点検状況

表-2 影響度の評価要因

安全性被害	安全性(人身災害)
経済性被害	診断部材の補修コスト
	補修するためのアクセス
	通行規制に与える影響

4. 評価結果

対象橋梁は、「橋梁定期点検要領(案)」に基づき、上部構造(主桁、横桁、床版等)、下部構造、支承部、排水施設などの 258 部材全てに対してリスク評価を行った。また、鋼、コンクリートの材料に対して腐食、亀

キーワード リスク、目視、点検、維持管理、橋梁

連絡先 〒108-0023 東京都港区芝浦 3-17-12 吾妻ビル TEL: 03-3769-8604

裂、ひび割れ、剥離・鉄筋露出等の損傷の評価を主に目視で行った。損傷程度は、それぞれの部材に対して、a～eの5段階で評価を行った。図-1に、本橋梁のRBMによる評価結果を示す。マトリクス中の数字は、対象部材数である。今回実施したケースでは、表-3に示すように最もリスクの高いカテゴリを許容不可とし、4段階で設置した。本橋梁での影響度は、経済性及び安全性で行った。経済性及び安全性で許容不可と判定された部材は、2箇所ある伸縮装置である。写真-2のa)に示すように、

本部材のフィンガージョイントの遊間が無いと、先端部分に応力が発生していると予想される。そのため、熱膨張や車両通行による衝撃によりフィンガージョイントが破損し、走行中の車に当たる恐れがある。経済性の影響度に関しては、他に排水管部材(3箇所)と支承部材(8箇所)が許容不可となった。排水管部材に関しては、漏水・滞水や防食機能の劣化が挙げられており、損傷の進行が確認されている。だが、この部材は補修が比較的容易である。支承に関しては、腐食や防食機能が発生しており、組立ベントの設置、ジャッキアップによる仮桁や補強部材などの設置が必要となるため、大規模な補修工事が必要となる。

5. リスク低減方法

許容不可と判定された3部材に対して、リスク低減方法を具体的に提案する。伸縮装置部材は、フィンガージョイントに掛かる応力を解析し、そこに実際に掛かる応力を測定することで、対策すべき箇所や方法が明確になるので、破損確率が低減される。しかし、実際に掛かる応力が許容値(例えば降伏点)より高いことが分かれば、伸縮装置部材の交換などの措置が必要となる。排水管部材に関しては、腐食などの劣化が進んでいたとしても部材の交換は比較的容易である。だが、排水管の漏水により、桁などの腐食が促進される箇所では、排水管部材の交換が必要である。支承部材に関しては、上記に示すように大規模な補修が想定される。対策としては、腐食を進めないためにも水回りの補修や防食機能を高めるなどが挙げられる。

6. まとめ

今回調査の対象となった橋梁は、緊急性を要するような劣化は見られていない。しかし、RBMを実施することで近い将来起こりうる破損を顕在化させ、それを回避する手段を明確にすることができることを確認できた。このことは、今後増えると予測される、老朽化が進んだ橋梁に対しても当てはまることができ、将来起こりうる経済的な影響、人的な影響を回避することが可能となる。今後は、アーチやトラスなどの鋼橋梁、コンクリート橋梁などの橋梁形式の違い、第3者被害が大きいと想定される橋梁などに適用し、診断精度の向上、維持管理システムの高度化を実施することが必要である。

参考文献

1) 戸田勝哉、富士彰夫、宇治公隆：リスクベースメンテナンスによるコンクリートドックのメンテナンス最適化、材料、Vol. 59, No. 3, pp. 243-249, 2010

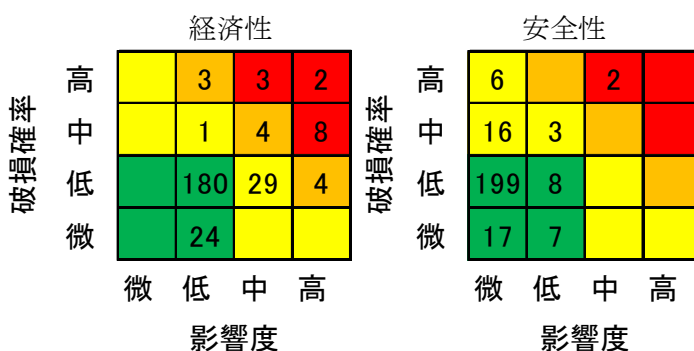


図-1 RBMによる評価結果

表-3 カテゴリー一覧

カテゴリ	判定	対策
1	許容可能	法定点検外は対象期間において検査・管理は不要
2	条件付許容	適切な検査やメンテナンスが行われていれば使用可能
3	要計画変更	次期点検までにリスクを下げる
4	許容不可	ただちにリスクランクを2以下に下げる



a) 伸縮装置部材



b) 排水管部材



c) 支承部材

写真-2 リスクの高い部材