

自治体における長寿命化修繕計画策定に関する一考察

株式会社福山コンサルタント 正会員 ○宮村正樹 金亨竜 義家徹
岩手大学工学部 正会員 岩崎正二 出戸秀明

1. はじめに

各種の点検技術が発達し、それらの点検結果から将来的維持管理費を最小に抑えるブリッジマネジメントシステム（以下BMS）の研究が盛んに行われている。しかし、自治体によって管理橋梁の環境条件が異なり、BMSを各自治体に適用するにあたっては、多くの課題を有している。本論では、著者が携わった検討事例に基づき、自治体の長寿命化修繕計画策定に対するBMS手法を紹介し、その問題点を検討する。

2. 劣化傾向分析

管理橋梁の構造諸元や環境条件等によって劣化速度や最適な修繕工法も異なるため、自治体毎に劣化傾向を把握することは重要である。しかし、管理橋梁が少ない自治体においては、統計的な傾向把握が困難な場合が多い。

岩手県における部材別の損傷橋梁数を図-1 に示すが、躯体・地覆に多く損傷が確認され、主な劣化要因は凍害であった。なお、県内全域で凍害による損傷が確認されたが、表-1 に示すように比較的最低気温の低い地域に多い傾向があり、この傾向は岩手県内の市町村も同様であった。このように、広範囲に多くの管理橋梁を有する県レベルでの劣化傾向分析結果は市町村の傾向把握に有効であり、データを共有・補間することが重要である。

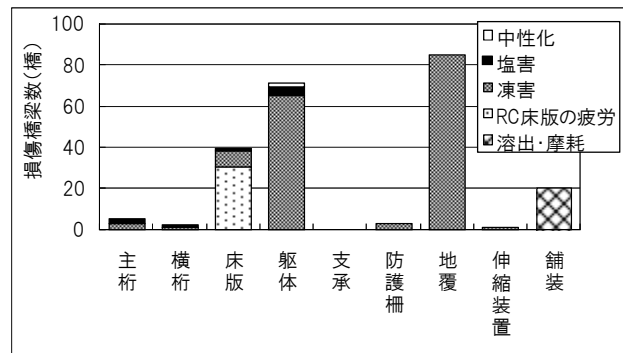


図-1 劣化要因別損傷橋梁数

表-1 最低気温別損傷割合（凍害）

最低気温	損傷割合 (= 損傷橋梁数 / 総橋梁数)			
	岩手県	A市	B市	C村
0～2℃	39.1%	19.6%	-	38.0%
2～4℃	17.1%		13.9%	
4～6℃	5.0%		-	
6～8℃			-	

3. 劣化予測手法

塩害やRC床版の疲労等の一部の劣化要因に対する予測手法が提案されているが、予測値は実際の劣化速度と大きな乖離が見られることが多い。図-2 に東北地方の橋梁を対象としたRC床版の累積疲労損傷度の比較結果を示すが、予測値に比べて早く破壊に到る傾向が確認できる。このように、東北地方は厳しい環境条件下にあり、凍害や融雪剤散布による塩害等が複合的に生じている可能性が高く、これらの特徴を加味することが重要である。点検結果を用いて設定する劣化予測手法には、①全データを使用した回帰式、②階級毎の代表値を用いた回帰式等がある。各手法の比較結果を表-2 に示すが、データが集中する高度成長期の影響が少なく、特異値の除去が可能である②階級毎の代表値を用いた回帰式を採用することが望ましい。

表-2 劣化予測手法の比較結果

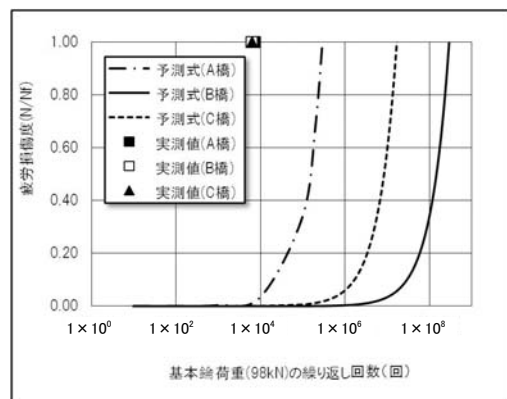


図-2 累積疲労損傷度の比較

手法	予測方法	イメージ	特徴
①	・Y軸を損傷ランク(a～e)、X軸を経過年数とした全点検データの散布図を作成し、近似式を用いて劣化を予測		・データが集中する高度成長期に架設された橋梁の損傷傾向が、劣化速度に大きな影響を与える。 ・特異値の判断が困難
②	・経過年数別の損傷ランクの平均値(又は、損傷ランク別の経過年数の平均値)の散布図を作成し、近似式を用いて劣化を予測		・階級毎の傾向を予測式に反映できる。 ・経年に伴い損傷ランクが回復した場合、特異値と判断して除去が可能

キーワード：修繕計画，劣化予測，自治体

連絡先：宮城県仙台市青葉区二日町 13-17 リスクマネジメント事業部 TEL:022-262-5250

階級に[損傷ランク]を用いた場合、図-3 に示すように再塗装のサイクル(約 30 年以内)と同等の結果となり、[年数]を階級とした場合、劣化の進展が遅く評価される傾向が見られた。そのため、階級に[損傷ランク]を用いる方がより実情に合った劣化傾向の説明が可能であることを確認した。

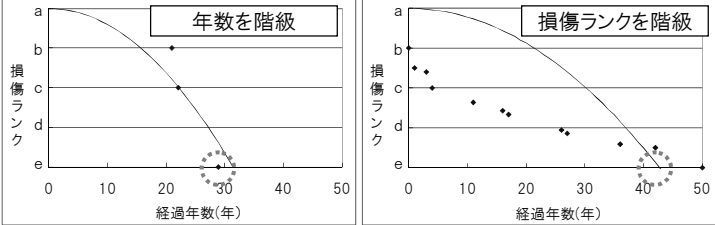


図-3 階級を用いた回帰分析結果(主桁, 防食機能の劣化)

また、凍害のように、予測手法が確立されておらず、一部の橋梁・部材に限定して発生する損傷については、損傷の発生時期と発生面積の把握が重要である。岩手県内に位置する橋梁 1480 橋を対象とした凍害発生時期の分析事例を図-4 に示すが、概ね 20 年経過した時点で顕在化することが確認された。なお、点検結果や補修履歴に基づいて損傷発生面積を設定することにより、凍害に対する修繕費を予測することが可能となった。

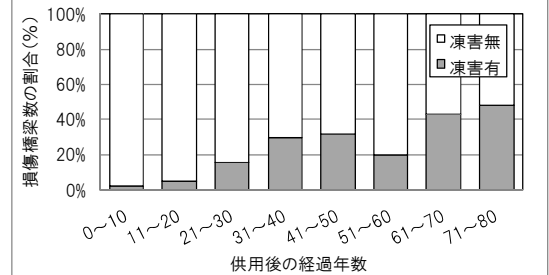


図-4 凍害発生時期の予測(1480 橋)

4. 重要度に応じた管理方針の設定

市町村のように維持管理予算が少ない自治体では、対策に要する期間が長くなるため、緊急対策が必要な橋梁が一向に減少しない傾向が見られる。また、管理橋梁には、利用率が極めて低い橋梁も多く混在する。そのため、市町村では表-3 に示すように重要度に応じた補修範囲や優先順位を設定する等、メリハリのある維持管理が重要となる。

表-3 重要度に応じた管理水準と対策優先順位

		カテゴリーⅠ 重要度：高	カテゴリーⅡ 重要度：中	カテゴリーⅢ 重要度：低
		予防保全	事後保全	事後保全
補修範囲	緊急対策	○	○	○
	要対策	○	○	-
	健全	○予防対策	-	-
優先順位	緊急対策	①	②	④
	要対策	③	⑤	-
	健全	⑥予防対策	-	-

表-4 予算シミュレーション結果の比較

		重要度優先	健全度優先
総修繕費(億円)		29.1	28.4
緊急対策橋梁 の対策終了年次	重要度高	2019年	2038年
	重要度中	2029年	2038年
	重要度低	2039年	2038年

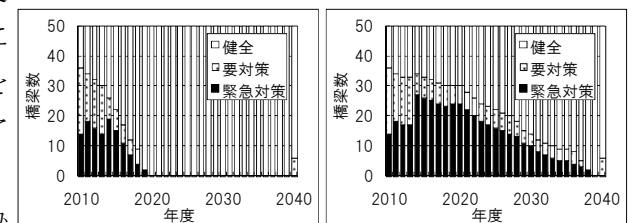
[重要度]を優先した修繕計画の効果分析として、無作為に抽出した 50 橋 (50 橋×3=150 橋を使用) を対象として比較検討を行った。分析では、各 50 橋を重要度の高～低にそれぞれ設定し、年間予算 1.0 億円を上限として、優先度の高い橋梁から対策時期を決定することとし、劣化予測により対策時期における損傷状況の予測と対策費用の算出を行った。なお、現行で確認された損傷に対する対策が終了するまで繰り返し計算を実施した。

分析結果を表-4 に示すが、[健全度]を優先して対策橋梁を選定する方が総修繕費で 0.7 億円の縮減が図れ、経済性に優れる。しかし、図-5 に示すように、重要度が高い地域では[重要度]を優先して対策橋梁を選定する方が緊急対策橋梁に対する対策期間は約 20 年短縮でき、健全性に優れる結果となった。なお、重要度が低い地域では、緊急対策橋梁が一時的に増加するが、交通規制により対応が可能であり、重要度に応じた管理方針設定の有効性を確認した。

5. まとめ

これまで、県が先行して長寿命化修繕計画の策定に取り組んでおり、今後は市町村での計画策定が急速に進められる。そのため、前述した検討事例等に基づいて、簡便に高品質な修繕計画の策定を行う必要がある。

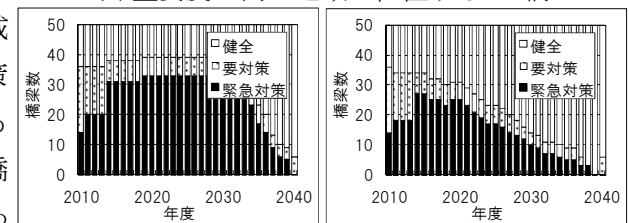
BMSを各自治体に適用するにあたっては、対象とする自治体が管理する橋梁の構造的特徴や環境条件を劣化予測式に反映するとともに、維持管理予算の規模や維持管理を取り巻く社会的状況も踏まえた維持管理方針を明確にし、計画に反映することが重要である。



▲重要度優先

▲健全度優先

(1) 重要度が高い地域に位置する 50 橋



▲重要度優先

▲健全度優先

(2) 重要度が低い地域に位置する 50 橋

図-5 健全度の推移