

既存の橋梁評価手法を用いた橋梁維持管理に関する事例研究

○九州大学大学院 学生会員 榎本 碧
九州大学大学院 正会員 日野 伸一, 山口 浩平

1. はじめに

高度成長期に大量に建設された橋梁のほとんどが20年後には供用開始50年を越え, これらの橋梁の更新や維持補修の費用増加が予測される。一方で, 橋梁を含めた土木構造物に対する予算は年々減少していることから, 現在供用されている橋梁を長期的に活用するために, 定期的に維持管理を行うことや更新・維持管理費用の低減・平準化を図る必要がある。我が国でも, すでに橋梁を含めた社会資本の老朽化を経験した欧米にならい, アセットマネジメント(以下AMと名称する)の考え方が導入され始めている。しかしその実用化にあたっては, 健全度評価に用いる各部材の重み付け, 損傷劣化予測手法など, 解決すべき問題が多々残されている。

本報では, AMを取り入れた橋梁維持管理手法が実用されているNY市の事例をもとに, 既存の橋梁維持管理手法について考察する。

2. 国内外の維持管理の取り組み

アメリカではいくつかの橋梁事故を踏まえ, 早い時期からすべての州でアセットマネジメント的理論を取り入れた橋梁維持管理が行われてきた。1970年代から本格導入され, 当初は舗装が対象であったが, 現在では橋梁が主流となった総合的道路施設のマネジメントを実施している。維持管理の制約や橋梁の補修の優先順位のつけ方は, 各々の州で決められており, また維持管理を支援するツールとしてPONTISと呼ばれるBridge Management System(以下BMS)がFHWAとカリフォルニア州などの協力で開発された。このPONTISは市民, 議会等への客観的説明のためツールで, 様々なデータを費用対効果の最も高い投資計画を作成するシステムである。PONTISは米国の約40州ほどで用いられているが, ニューヨーク州, ペンシルバニア州やニューメキシコ州などではこれらのツールを用いずに独自の手法で維持管理を行っている。¹⁾

国内の取り組みとしては, 国土交通省が橋梁点検要領の改訂を行い, また, 平成16年度より2m以上の管理橋梁2万橋を対象に橋梁カルテを作成することを決定している。横浜市では平成12年度より, 橋梁を含めた既存の公共施設について, 点検・修繕等の基準を定め, これに即して維持更新計画を策定し, 計画的な点検・修繕等を実施する取り組みを進めている。ここでは, NY市の事例をもとに, その維持管理手法を検討した。

3. NY市の橋梁維持管理

3.1 背景

社会基盤施設の老朽化は米国全土での共通の問題

であるが, NY市の維持管理意識の高さには, ほとんどの橋梁が市と周辺地域とを結ぶ主幹であり, 世界視野でNY市の役割を考慮すると, 供用の中断が一地域のみの問題では済まされないという責任を負っていることや, また過酷な交通荷重, 零度を割り込む冬場の気温と多量の融氷剤の散布されることなどが理由として挙げられる。²⁾

3.2 橋梁の点検制度と健全度評価

NY市では約800橋の橋梁が管理されており, その約85%が鋼橋である。米国では2年に1度の目視点検が義務付けられているため, NY市でも全橋に対し定期点検を実施している。目視点検を主とした定期点検は, 上部構造25部材, 下部構造22部材に対して行われ, 橋梁の総合的な健全度Rは表1に示す主要13部材の重み付け平均をした式(1)により求められる。なお, 13部材の選定や重み係数は, NY市とNY州が過去の経験を基に定めたものである。

健全度に関しては, 部材レベルにおいても健全度は毎年一定値だけ減少するとし, 劣化速度は種々の維持管理作業の影響を受けると仮定し, 劣化予測を行っている。

NY市では, 健全度を用いた定量的評価とは別にフラッグエンジニアリングという点検手法を用いて管理を行っている。これは, 目視点検時に発見された損傷のうち深刻なものに対して, 部材の重要度や損傷の危険度に応じて別途報告することを義務付けるというもので, フラッグには表2にまとめたようにレッド, イエロー, セーフティという区分がある。

このような点検の結果や健全度は, 年度ごとにレポートにまとめられ, 市のWEBサイトで公開されている。²⁾

表1 橋梁全体の健全度評価に用いる部材とその重み

部材番号	部材名	重み w_i
1	支承	6
2	背面壁	5
3	橋台	8
4	擁壁	5
5	橋梁台座	9
6	主部材	10
7	二次部材	5
8	高欄	1
9	歩道	2
10	床版	8
11	舗装	4
12	橋脚	8
13	添接	4

$$R = \frac{\sum w_i r_i}{\sum w_i} \cdots (1)$$

R: 橋梁全体の健全度(1~7)

r_i : 部材*i*の健全度(1~7)

w_i : 部材*i*の重み

表2 フラッグエンジニアリング

レッド	主要1次部材の崩壊、もしくは次回の検査までに崩壊する可能性が高い場合。検査6週間以内に報告。
イエロー	主要1次部材が潜在的に危険状況にある、または主要でない1次部材の崩壊、早期の崩壊が予測される場合
セーフティ	その部材の損傷が構造物に及ぼす影響は少ないが、通行車両や歩行者に対する注意が必要な場合

表3 NY市および国土交通省の健全度の比較

NY市		国土交通省	
7	新設		
6			
5			
4			
3			
2		a	健全
		b	
		c	
		d	
		e	危険
1	崩壊		
8	部材なし		
9	不明		

3.3 橋梁評価のケーススタディ

() 対象橋梁群

ここでは、NY市で実際に用いられている健全度評価手法を用いて、A市における80橋程度の橋梁群にその評価手法を適用し、試算結果について報告する。橋梁評価に用いる橋梁群は、鋼橋、RC橋、PC橋、臨海部、融雪剤散布区域の計82橋で、点検部材は、支承、橋台、主部材、地覆・高欄、床版、舗装、橋脚、伸縮装置、排水装置、落橋防止装置についてそれぞれ国土交通省の取り決めた橋梁健全度a～eの5段階で評価している。NY市の橋梁評価部材にあわせるため、表1に示すNY市の点検部材13個所のうち、A市が点検項目に入っていない背面壁、擁壁、橋梁台座、二次部材、歩道の5部材を評価部材から除いた。また表3のように、NY市の7段階評価から崩壊のレベル1および新設のレベル7を除いた2～6の5段階を国土交通省のa～e対応させて評価に用いることとした。

() 結果

式(1)により求めた健全度と点検時に点検員が目視により総合的に判断した健全度を比較した結果を図1および図2に示す。

図1は、A市とNY市のそれぞれの評価方法で得られた健全度レベルごとの橋梁数を比較した図を示している。これを見ると、A市の目視点検結果は健全度はNY市の評価結果より低くなる傾向にある。これは特に主部材、床版等の主要部材の劣化が点検員の判断に大きく考慮されるからだと考えられる。健全度が特に2以上違う橋梁の各部材ごとの点検結果を見てみると、主部材および床版の劣化がほかの部材に比べ著しく、その他の部材が十分に健全であっても総合的な健全度として最低値である主部材等の値を用い、全体の健全度としても劣化が進行しているとみなしていることがわかった。それに対して、NY市の評価法を用いた場合のようにもともと各部材ごとに重みを設定しておく場合、健全度はより客観的に判断されることが考えられる。

次に図2では、橋種・立地条件ごとのA市とNY市の評価の結果を比較したものを示す。図より、RC橋を除いた4つのカテゴリでは、6割を超える橋梁で結果が一致しているが、RC橋では結果が一致する橋梁は5割以下となっていることがわかる。理由としては、上述のように、RC橋は高度経済成長期に建設された橋梁が多いため、主部材・床版・橋脚の劣化がほかの橋梁群にくらべ著しく、最も劣化している主桁等の健全度の値をそのまま全体の健全度として用いているためと考えられる。

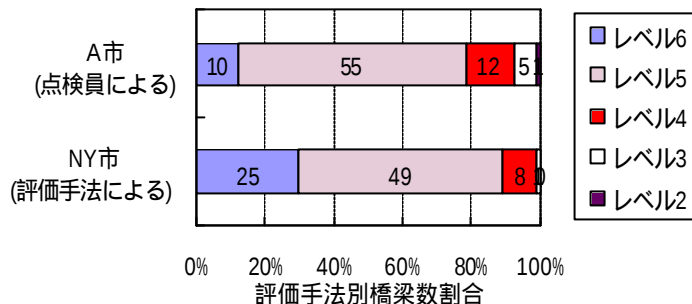


図1 健全度別の橋梁数割合

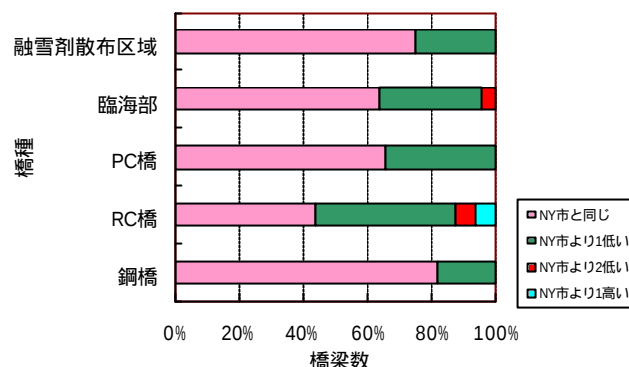


図2 評価に用いる部材とその重み

4. まとめ

NY市のような評価手法を用い、重みをあらかじめ設定しておくことにより、点検結果を定量的に判断することができる。ただし、NY市の手法では、橋種別、立地等関係なく同じ重みを用いるため、それらの条件により結果にばらつきがみられたり、また主部材・床版・橋脚など比較的重要な部材においてその損傷が進行している橋梁に対してはその影響が目視よりも小さく評価されるため、最終的な結果に結びつきにくいことがわかった。そのため、主部材等の損傷については危険なため、別途対策が必要と考えられるが、NY市ではフラッグエンジニアリングという点検手法を取り入れており、主部材・二次部材等に危険な損傷が見られた場合は、点検時に直ちに報告するという方法をとることで、点検結果による事故防止を未然に防いでいる。

NY市で用いられる橋梁評価手法は、その手法の中でも簡単な部類に属していることがわかる。米国ではそもそも維持補修を効率良く行う目的のほかにアカウンタビリティの観点からもAMを導入する動きがあるため、橋梁評価においても端的に説明できる手法が好まれると考えられる。

この他にも実用されている、もしくはこれから実用しようとしている橋梁評価手法についても検討し、より実用的な維持管理手法について究明したい。

参考文献

- 1) Bojidar S. Yanev, Infrastructure management systems applied to bridges, Operation and Maintenance of Large Infrastructure Projects, 1998
- 2) 橋梁と基礎, 建設図書, pp37-pp41 2002.10
- 3) 橋梁と基礎, 建設図書, pp33-pp37 1995.6