

川越市の橋梁についての劣化曲線に関する研究

東洋大学 学生会員 ○金丸聖弥 高橋頼人 横川勇輝
東洋大学 正会員 横関康祐

1. はじめに

近年、高度経済成長期に施工されたコンクリート構造物が 50 年以上を経過しており老朽化が問題となっている。このようなコンクリート構造物を補修・補強し、いかに長期間使用していくことが可能かを考えていく必要がある。一方、2013 年度以降、構造物管理者は管理下にある構造物の点検を 5 年に 1 度行わなければならないと義務付けられた。ここでは、川越市のコンクリート橋の点検結果を対象とし、劣化曲線を作成することで、補修・補強の効率化を目指すための研究を行った。

2. 調査概要

2.1 川越市の橋梁分析

まず、川越市の橋梁が現在どの程度劣化しているのかを整理・分析した。10 年ごとの年代で分類した橋梁数を表 1 に示す。川越市には全部で 583 橋の橋梁が存在している。そのうち、375 橋がコンクリート橋、ボックスカルバートは 150 橋である。コンクリート橋は、1980 年代に 62 橋が施工され他の年代に比べて多くなっている。これは、高度経済成長によって多くの橋梁が施工されたからであると考えられる。

また、表 2 に、土木学会コンクリート標準示方書に規定されている最小かぶりを示す。かぶり厚さは示方書が初めて制定された 1931 年から 1980 年までの約 50 年間、床版の最小かぶりは 10mm、柱は 20mm と、とても小さい値となっている。その後、1986 年に大改訂があり、順次大きくなってきていることが分かる。

2.2 川越市の劣化曲線の課題

川越市が作成した橋梁の点検結果に基づく劣化曲線を図 1 に示す¹⁾。この曲線は x 軸を供用年数、y 軸を劣化度として全橋梁の点検結果をプロットしている。さらに、すべてのデータに対し平均的な近似曲線を作成し、劣化曲線としている。しかし、この劣化曲線には次に示す問題点があると考えられる。

①劣化曲線の同定において、劣化していない劣化

度 I と判断された橋梁が含まれていること。すなわち、劣化度 I を劣化曲線に含めると、点検を行う度に劣化度 I のデータが右に移行し、劣化度 I のデータに引張られて線形や二次曲線の劣化曲線が原点から低下する曲線とはならない現象が生じるという課題がある。

②点検時点での供用年数を用いて劣化曲線を都度同定していること。すなわち、既に劣化している構造物が再度点検された際に、劣化発見時点での供用年数をプロットするのではなく、点検の行われた最新点検時点の供用年数がプロットされる点である。どの時点での点検結果をどこにプロットするのかといったルールが明確になっていないことが課題である。

表 1 年代別橋梁数とその種類

単位：橋						
年代	鋼橋	コンクリート橋	木橋	ボックスカルバート	不明	合計
1920年代	0	1	0	1	0	2
1930年代	0	4	0	2	0	6
1940年代	3	1	0	0	0	4
1950年代	2	9	0	4	0	15
1960年代	3	11	0	2	0	16
1970年代	18	21	0	0	0	39
1980年代	11	62	0	21	0	94
1990年代	6	34	0	26	0	66
2000年代	2	11	0	3	0	16
2010年以降	0	14	0	7	0	21
合計	45	168	0	66	0	279
不明	10	207	2	84	1	304
合計	55	375	2	150	1	583

表 2 土木学会コンクリート標準示方書に規定される最小かぶり (mm)

制定年 (年)	版	梁	柱
1931	10	15	20
1977			
1980			
1986	25	30	35
1991			
2012	35	40	45
施工誤差	±5	±10	±15

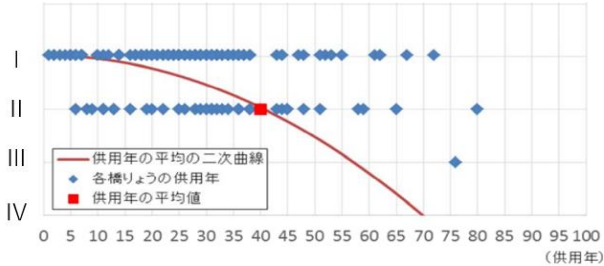


図 1 川越市が作成した劣化曲線¹⁾

2.3 劣化曲線の修正

表3に年代別の劣化度Ⅱ以下の桥梁の割合を示す。ここで、供用年数20年代は全対象桥梁数が11橋であるが、供用年数20年程度で経年劣化が生じるのは考えにくい。供用年数50年代（1970年代）は高度経済成長によって多量の構造物が急速に施工されたことと、現行の設計に照らしてかぶりの設定が小さくなっており、初期不良の構造物が多く生産された可能性があると考えられる。よって、これらを劣化確率曲線の同定から省いた。また、供用年数10および30年は、1990年代以降の施工でかぶりの規定が大きくなっているため、曲線の同定から省いた。作成した劣化確率曲線を図2に示す。図から、供用年数30～40年以上の構造物は、概ね同じ曲線に従っていることが分かる。

併記した川越市の作成した劣化曲線では、劣化確率0.5、すなわち劣化度ⅠからⅡに推移する平均寿命は40年、劣化確率1.0、すなわち全ての桥梁が劣化するまでの寿命は60年であることが読み取れる。一方、本研究の曲線から平均寿命90年、最長160年になると推測される。本研究と川越市の劣化確率・寿命は2～3倍の差が生じている。現在、コンクリート橋は100年使用できるように設計・施工されるが、劣化要因の少ない埼玉県では劣化が発生しづらく、現行規定よりも小さなかぶりで設計施工されていたとしても、十分に長寿命であるということが分かった。

2.4 LCCの試算

LCCの算出結果を図3、4に示す。ここで、図2に示したように供用年数20年と50年代の桥梁は、劣化曲線を外れているため、劣化している桥梁（約60%）は現時点で補修、劣化していない残りの桥梁は劣化確率曲線に沿うものとして評価した。

まず各年代の対象桥梁数に劣化確率曲線から得られる劣化確率を掛けることで現在時点での劣化桥梁数を算出する。次に劣化確率を10年大きい値に変更して劣化桥梁数を算出し、前回（現在）との差を10年時の補修桥梁数とする。これを70年後まで行い、算出した補修桥梁数（図3）に平均補修費を掛けた各年度の補修費を積算しLCCとした。図4では、70年後の川越市の総補修費を100として割り戻したLCCの割合を示した。なお、ここで割引率は考慮していない。

その結果、図3、4より、川越市は多くの桥梁を早い段階で補修することとなった。本研究では、毎年の

表3 年代別劣化度Ⅱ以下の割合

供用年数	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
全桥梁数	14	11	34	62	21	11	9	1	4	1
劣化度Ⅱ	0.14	0.64	0.15	0.18	0.62	0.27	0.33	—	0.50	—

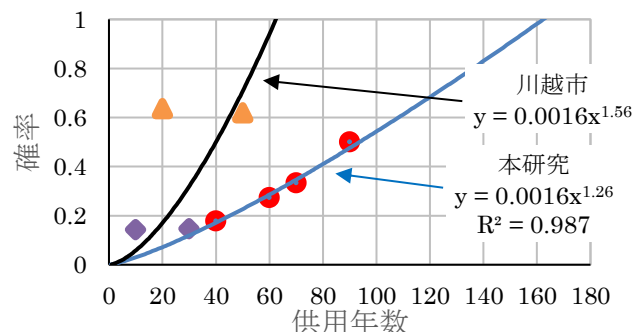


図2 劣化度Ⅱ以下に低下する劣化確率の経時変化

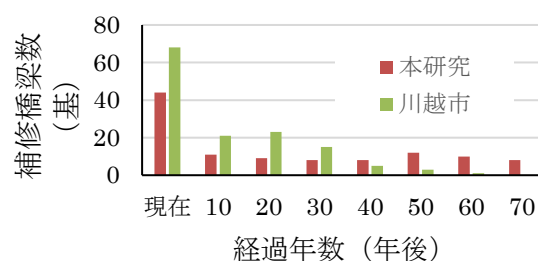


図3 経過年数によって変化する補修桥梁数

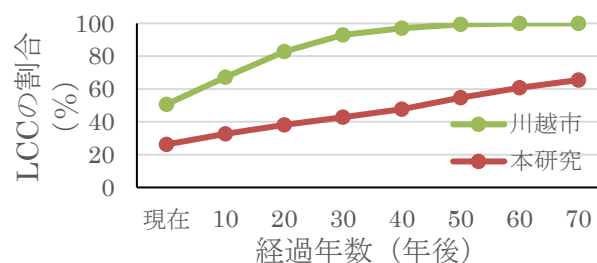


図4 LCC算出結果

補修桥梁数は少なく、平準化して継続的に補修することで、毎年の補修コストをより安価にすることができる。本研究では、70年後のLCCを川越市の劣化曲線より約40%削減することができることが分かった。

3. おわりに

川越市の桥梁の劣化曲線を見直した結果、初期欠陥を除けば実際には2～3倍長寿命であり、維持管理費の削減が可能であることが分かった。

謝辞：川越市より各種桥梁点検データ等の情報を提供いただいた。記して感謝の意を表す。

参考文献：1)川越市 HP, 川越市個別施設計画（桥梁編），<https://www.city.kawagoe.saitama.jp/shisei/seisakushisaku/hoshinkeikaku/shiseizenpan/dorogairo.html>（令和5年3月29日確認）