

第V部門

構造物の劣化予測の違いがライフサイクルコスト算定結果に与える影響に関する研究

京都大学工学部 学生員 ○西村 昌朗
 京都大学工学研究科 正会員 服部 篤史
 京都大学工学研究科 正会員 河野 広隆

1. はじめに

土木構造物の劣化予測には、劣化予測のメカニズムに基づく物理化学モデル式、実構造物の測定データの統計処理による式、簡易な既定形の式の当てはめ、などの方法がある。これらのうち、取り掛かりやすいという意味で実用的な手法として、健全度（1～5の5段階などで表現）の経時変化に簡易的な既定形の式を当てはめる方法が検討されている¹⁾。しかし、構造物に対する維持管理のシナリオについて専門家および一般市民の両者へのアカウンタビリティを適切に果たす必要性を考慮すると、現段階では劣化のメカニズムに基づく物理化学モデル式を用いることが理想であると考えられる。一方、構造物の種々の劣化機構（例えば、コンクリート構造物の塩害）と各々の劣化過程の全てにおいて、そのようなモデル式が必ずしも存在しているわけではないのも実情である。

これらのことから、実構造物に対する診断（点検、劣化予測、評価・判定）の現在および当面の実態が目視や打音法程度のごく簡易的な方法によっており、大雑把な健全度を把握するに留まっているとの実情をあわせて考慮し、本研究では先述の簡易的な既定形の式を当てはめる方法を採用する。一方で、物理化学モデル式を念頭に、既定形の式の形を種々に与えてみる。以上の劣化予測に基づいて、ライフサイクルコスト（以下、LCC）を算出し、劣化予測の違いがLCCに与える影響を検討した。

2. 研究概要

2.1 検討要因

検討要因を表1に示す。劣化曲線とする既定形の式の形として、既往の研究で用いられている2次式に加え、1次式（耐久年を同一とした場合に初期の劣化速度が速くなる）および0.5次式（他の式において耐久年を迎えた時点で健全度が3とした式であり、全般には最も緩やかな劣化速度となる）を用いた。耐久年を40年とした場合のこれらの劣化曲線の例を図1に示す。2次式は塩害による劣化、1次式は疲労による劣化、0.5次式は中性化による劣化を想定した式である。

表1 LCC算出における検討要因

検討要因	本研究での条件	
	条件数	備考
劣化曲線形状	3種類	2次式, 1次式, 0.5次式
耐久年	3種類	基準耐久年および、その1.2倍, 0.8倍
対策シナリオ	3種類	使い捨て型, 対症療法型, 危機管理型

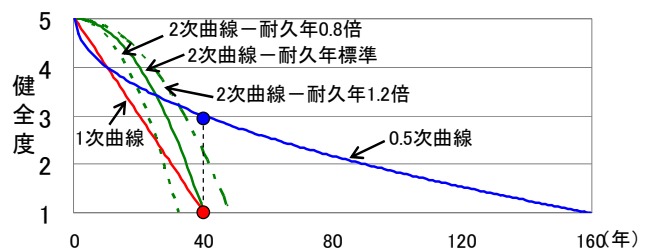


図1 劣化曲線設定の例

耐久年に関しては、感度分析を行うため変化させた。

どのタイミングにどのような対策行うかを決定するシナリオについては、基本的に維持管理を行わない使い捨て型、事後保全的な対症療法型、予防保全的な危機管理型の3種類を用意した。

2.2 LCC算出方法

コンクリート製、鋼製の道路橋群を対象とし、部材を主桁、床版、支承に限定した。対象期間は100年間とし、この期間にかかる維持管理コストをLCCとして算出した。対策シナリオと工事単価に関する一例を表2、表3に示す。

表2 対策シナリオの例

健全度	使い捨て型			対症療法型			危機管理型		
	対策工法	回復ランク	耐久年	対策工法	回復ランク	耐久年	対策工法	回復ランク	耐久年
5	対策なし			対策なし			対策なし		
4	対策なし			対策なし			対策なし		
3	対策なし			対策なし			対策なし		
2	架替え			塗装塗替え (A塗装系)	5	13年(標準) 15年(1.2倍) 10年(0.8倍)	塗装塗替え (C塗装系)	5	45年(標準) 54年(1.2倍) 36年(0.8倍)
1	床版・支承込	5	100年(標準) 120年(1.2倍) 80年(0.8倍)	架替え	5	100年(標準) 120年(1.2倍) 80年(0.8倍)	架替え	5	100年(標準) 120年(1.2倍) 80年(0.8倍)

更新
限界
供用
限界

表3 単価設定の例

部材	対策工法	単価設定	
		単位	単価(千円)
鋼橋主桁	塗装	A塗装系	m 7.3
	塗替え	C塗装系	" 14.6
	架替え	"	" 1000

2.3 LCC 算出結果の評価指標

LCC の大小だけでなく、安全面からも結果を評価するため、平均健全率という指標を設定した。これは、橋梁群全体の健全率を示し、0 以上 1 以下の値で表される。

3. 結果

以下、検討要因ごとに結果を述べる。

(1) 劣化曲線形状

劣化曲線とする既定形の式の形が LCC および平均健全率に与える影響を図 2 に示す。劣化曲線形状を変化させた場合、LCC は比較的劣化の早い 1 次式において高く、穏やかな劣化を想定した 0.5 次式において低くなっていることが読み取れる。

また、平均健全率に関しては、穏やかな劣化を想定した 0.5 次式において最も低くなっており、最も高い 2 次式との差は無視できないほど大きい。これは、0.5 次式の劣化曲線は下に凸であり、低い健全度の状態でより長く推移することになることから、平均健全率が低くなったものと考えられる。

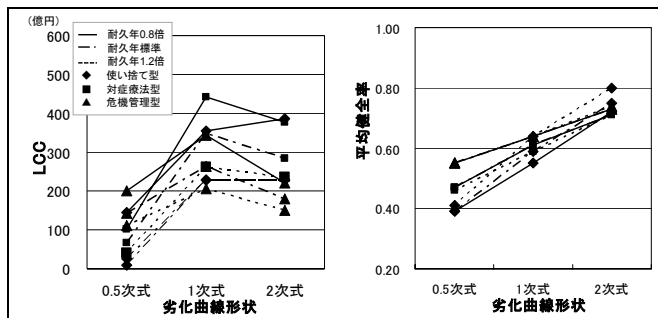


図 2 劣化曲線形状と LCC および平均健全率との関係

(2) 耐久年

耐久年が LCC および平均健全率に与える影響を図 3 に示す。LCC は耐久年が長いほど低くなることがわかる。また、平均健全率に関しては、耐久年の変化による値の変化が無く、影響はないと見ることができる。

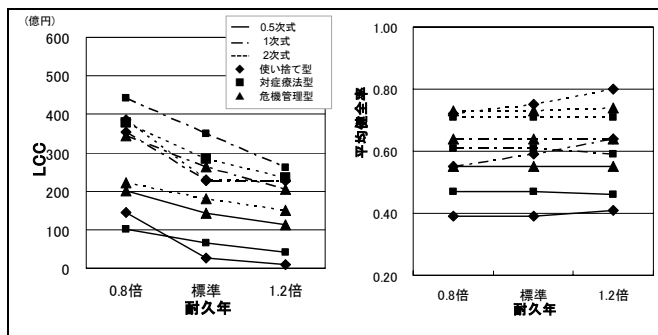


図 3 耐久年と LCC および平均健全率との関係

(3) 対策シナリオ

対策シナリオが LCC および平均健全率に与える影響を図 4 に示す。対策シナリオが変化すると、LCC も変化することが読み取れる。ただし、その傾向は 0.5 次式とそれ以外とで大きく異なっている。このことから、維持管理計画を策定する際にライフサイクルコストが最も小さい対策シナリオを選定することになれば、劣化曲線によって採るべきシナリオが変化するということがわかる。

平均健全率については、危機管理型において最も高くなる場合が多いが、使い捨て型において最高となるパターンもあり一概に傾向を述べることは難しい。

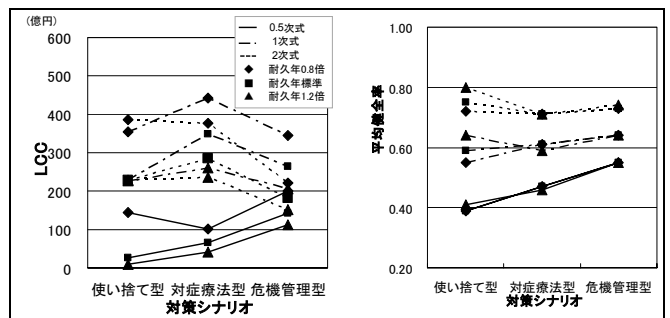


図 4 劣化曲線形状と LCC および平均健全率との関係

4. 結論

本研究において、以下の結論が得られた。

- (1) 劣化曲線とする既定形の式を 0.5 次式に設定した場合に、LCC 最小となる対策シナリオが「危機管理型」から「使い捨て型」あるいは「対症療法型」に変化した。
- (2) 既定形の式の形が 2 次式の場合に平均健全度は最も高く、0.5 次式の場合に最も低くなった。この差は無視できないほど大きい。

これらは、維持管理計画を策定する場合に劣化予測の設定次第で、採るべき対策シナリオや必要となる予算額が異なってしまうということを示すものである。

また、今後の課題として、本研究では 2 次式など簡易的な劣化曲線しか扱えなかったが、今後は物理化学モデル式や、点検データの統計処理による式についても検討を行いたい。また、補修・補強対策費用と更新費用との単価の比率がライフサイクルコストの算定結果や採るべき対策シナリオに与える影響についての検討も行う必要があると思われる。

【参考文献】

- 1) (社)建設コンサルタンツ協会近畿支部 アセットマネジメント研究委員会：アセットマネジメントの普及を目指して、2007