

部材寿命のばらつきを考慮した鋼橋のライフサイクルコストに及ぼす構造諸元の影響

長崎大学工学部 学生会員 ○島峯真吾 長崎大学工学部 正会員 中村聖三
 長崎大学工学部 フェロー 高橋和雄 長崎大学工学部 正会員 呉 慶雄

1. まえがき

わが国では、高度経済成長期以降、社会資本整備も進み膨大な土木構造物を有するようになったが、現在ではそれら構造物の多くが老朽化し、補修・補強を行わなければならない時期となっている。しかしそれら構造物にかかる補修・補強費用は莫大なものであり、現在の景気状態ではかなり厳しいことが現実である。こうした背景から近年構造物においては、初期建設費のみではなく維持管理費・補修・更新費まで考慮したライフサイクルコスト(LCC)の把握が求められている。そこで本研究では数種類の構造諸元を有する鋼橋を対象に、部材寿命のばらつきを考慮してLCCの確率分布を算定し、構造条件がLCCの分布に及ぼす影響を調査する。

2. 本研究で用いる鋼橋の構造仕様と構造条件

本研究で用いる鋼橋の構造仕様と構造条件を、それぞれ表-1および表-2に示す。構造仕様の設定においては、TYPE1は一般環境(山間部)、TYPE2はやや厳しい環境(市街地部)、TYPE3は厳しい環境(海岸部)と環境を基準にし、文献*)を参考にして各部材を定めた。構造条件はごく一般的な橋梁形式としてI桁橋、箱桁橋の2種類を選び、橋長、幅員、車道幅員などを標準的な値とした。

表-1 構造仕様

構造使用	TYPE 1	TYPE 2
塗装	A-1	B-1
床版	RC床版	PC床版
舗装	普通アスファルト舗装	高機能舗装
支承	鋼製支承	ゴム製支承
伸縮装置	ゴムジョイント	ゴムジョイント
防水層	塗膜系防水層	塗膜系防水層
構造使用	TYPE 3	
塗装	C-1	
床版	RC床版	
舗装	高機能舗装	
支承	ゴム製支承	
伸縮装置	フィンガージョイント	
防水層	塗膜系防水層	

表-2 構造条件

橋梁形式	I桁橋 A	箱桁橋 B
橋長	30m	30m
支間長	29m	29m
幅員	23.8m(有効幅員 17.0m)	17.7m(有効幅員 16.5m)
車道幅員	3.5m	3.5m
歩道幅員	1.5m	1.25m
橋梁形式		箱桁橋 C
橋長		40m
支間長		39m
幅員		14.3m(有効幅員 7.5m)
車道幅員		3.25m
歩道幅員		0.5m
橋梁形式	I桁橋 D	箱桁橋 E
橋長	50m	50m
支間長	49m	49m
幅員	13.8m(有効幅員 7.0m)	9.2m(有効幅員 8.0m)
車道幅員	3.0m	3.0m
歩道幅員	0.5m	1.0m

3. LCCの算定結果と考察

表-1の構造仕様と表-2の構造条件を組み合わせた15種類の鋼橋に対して、部材寿命のばらつきを考慮したLCCを鋼橋1種類につき10万個算出して平均値と標準偏差を求めた結果を表-3に示す。参考のために、表-4、表-5、表-6にはそれぞれ更新単価表、平均更新費一覧表、部材寿命の平均値・標準偏差を示す。また、図-1には構造仕様TYPE3の場合のLCC分布図を示す。

1) I桁橋(A, D)の場合

AとDにおいてLCC支配要因の一つである伸縮装置の平均更新費の差が影響したため、LCCの平均値に大きな差がある。AとDにおいてヒストグラムのピークが異なるのは、表-3より標準偏差の値が異なりLCCのばらつきが違うからである。Aのグラフはピークが一つしかないのに対し、Dにおいては中心の凹を境に2つピークが存在する。これは、RC床版は部材寿命の平均値が大きく、少ない更新回数に集中しさらに更新単価も大きいいため更新回数にそった凹凸ができるからである。

表—3 LCCの平均値、標準偏差

	TYPE1		TYPE2		TYPE3	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
A	851203	83905	853395	91557	776077	66534
B	732986	67341	723693	73757	649574	51651
C	560063	54541	558321	58721	514609	48720
D	685700	68235	686496	73277	649010	60378
E	613664	52744	580481	57810	537737	42742

単位(千円)

表—4 構造仕様 TYPE3 における更新単価

		A	B	C	D	E
TYPE3	初期建設費	107575	114400	92731	105072	125247
	塗装	15643	7793	6138	15336	9012
	床版	77826	57879	62348	75210	50140
	舗装	6426	6237	3780	4410	5040
	支承	22083	21434	13020	15190	17360
	伸縮装置	20628	20021	9101	8494	9707
	防水層	6426	6237	3780	4410	5040

単位(千円)

表—5 構造仕様 TYPE3 における平均更新費

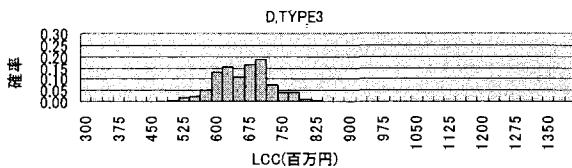
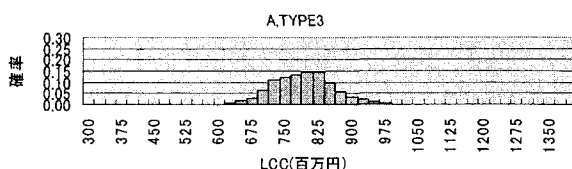
		A	B	C	D	E
TYPE3	塗装	105332	52474	41330	103265	60682
	支承	57944	56241	34163	39857	45551
	伸縮装置	103116	100081	45494	42460	48524
	床版	282957	210435	226683	273446	182298
	舗装	54577	52971	32104	37454	42805
	防水層	54577	52971	32104	37454	42805

単位(千円)

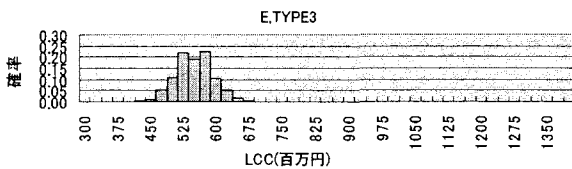
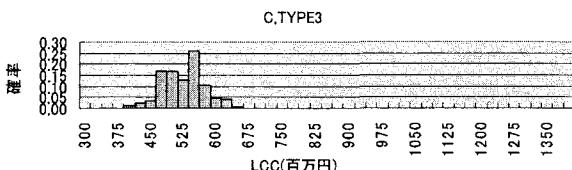
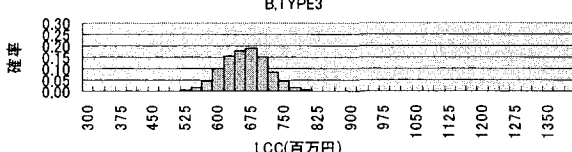
表—6 部材寿命の平均値 μ 、標準偏差 σ

		TYPE 3			
構成要素	部材	μ	σ	$\delta = \sigma / \mu$	
塗装	C-1	20	10	0.5	
床版	RC床版	50	25	0.5	
支承	ゴム製支承	100	50	0.5	
舗装	高性能舗装	15	7.5	0.5	
伸縮装置	フィンガージョイント	30	15	0.5	
防水層	塗膜系	15	7.5	0.5	

(単位:年)



(a) I 桁橋



(b) 箱桁橋

図—1 LCC 分布図

2) 箱桁橋(B, C, E)の場合

Eのヒストグラムが急な勾配を示しているのに対し、Bのヒストグラムが緩やかであるのは、表—3よりLCCの標準偏差がEよりBが大きいためである。またBにおいては、ヒストグラムが正規分布に近い形状を示しているのに対し、C、Eにおいて凹凸がみられるのは、I桁橋で述べたようにLCCの支配要因であるRC床版の影響が大きいためである。さらにCのヒストグラムのピークが一番高いのは、Cの標準偏差が小さいためLCCのばらつきが小さく、更新回数が少ない床版の平均更新費が突出しているためである。

4. まとめ

本研究では、3種類の構造仕様と5種類の構造形式を組み合わせた15種類の鋼橋に対して、部材寿命のばらつきを考慮した場合のLCCの確率分布を算定した。今後、他の構造諸元に対するLCCのヒストグラムも算出し、構造諸元がLCCの分布に与える影響をより明確にする予定である。

参考文献

- 1) 廣石恒俊：鋼橋のライフサイクルコストに及ぼす部材寿命の平均値および標準偏差の影響、p19～p20、2003.2
- 2) 森屋伸介：部材寿命のばらつきを考慮した橋梁のライフサイクル推定法に関する基礎的検討、2000.2
- 3) 中村聖三、松尾陽一、森屋伸介、高橋和雄：鋼橋の部材寿命に関する調査、p91、2001.11