

ライフサイクルコスト評価法におけるリスク概念の導入

パシフィックコンサルタンツ（株）† 正会員 大村 修 †† 正会員 横山 正樹
† 正会員 続石 孝之 † 非会員 河邊 隆英

1. はじめに

コスト削減の実行や効率的な予算執行、アカウントビリティ（説明責任）などの要求から、ライフサイクルコスト評価法（以下 LCCA）の適用が求められている。建設省より発表された「土木構造物設計ガイドライン」（1996年6月）はライフサイクルコスト（以下 LCC）をミニマムとすることを目的に作成され、（財）沿岸開発技術研究センターが発行した「港湾構造物の維持・補修マニュアル」（1999年6月）は LCC を検討することが望ましいとしている。更に道路橋示方書の次期改訂では LCC を義務づける情報もある。一方、LCCA は現段階で確立されておらず、様々な問題を抱えている。この内、本稿では、LCCA におけるリスク概念の導入について、米国の事例を中心に紹介するものである。

2. リスク分析の必要性

LCCA はイニシャルコストだけではなく、将来的に発生が予測されるコストや割引率など不確実性のある変数を含めて分析を行う。従って、分析結果の信頼性を高めるためには、変数の不確実性が LCC にどのような影響を及ぼすのかを明らかにする必要がある。この問題に対応するために、従来は感度分析が用いられる場合が多かったが、無数にある不確実性の組み合わせを網羅的に検証する事ができないという課題があった。この課題に対応するため米国 FHWA において導入が推奨されている手法が、確率論をベースにしたモンテカルロ・シミュレーションによるリスク分析である。

3. リスク分析の概要

リスク分析は以下の手順で行われる。

- （1） 初期建設費、維持管理の頻度、維持管理費用などを設定し、LCC の構造を明らかにする。
- （2） 不確実性を含む変数（建設費、維持管理費、交通量など）の特性を把握し、確率分布（正規分布、三角分布、一様分布など）を与える。費用や特性を設定するにあたっては過去のデータを用いる事が望ましいが、データが得られない部分については専門家の意見を参考に設定する必要がある。
- （3） シミュレーションを実施する。これは、各変数の取り得る値の組み合わせに対する LCC を算出する手順を何百回と繰り返す事により LCC の分布と頻度を明らかにするものであり（図1）、市販のソフトウェアも利用可能である。この分析の信頼性は、変数に妥当な特性を与えられるかどうかにかかっている。

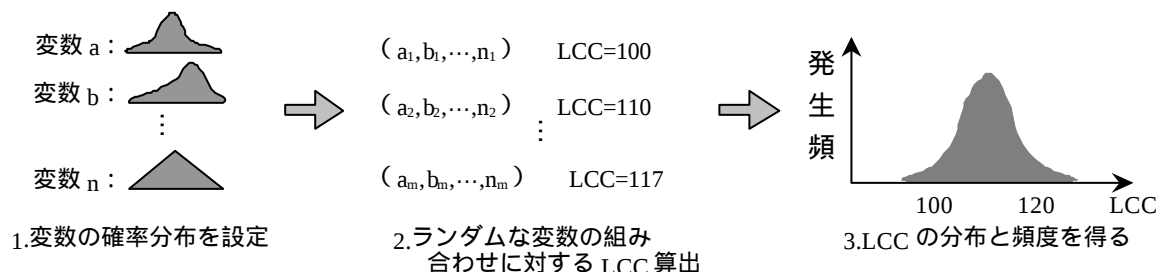


図1 リスク分析のイメージ

リスク分析により LCC の最頻値や変動する程度、あるいは変数が LCC に影響を及ぼす程度が明らかになるため、利害関係者間の合意形成が容易になる。

Key Words: ライフサイクルコスト, 建設マネジメント, コスト削減, リスク分析, データベースシステム

連絡先: † 〒206-8550 東京都多摩市関戸 1-7-5 Tel:042-372-6283, †† 〒330-0802 埼玉県大宮市宮町 1-38-1 Tel:048-647-5107

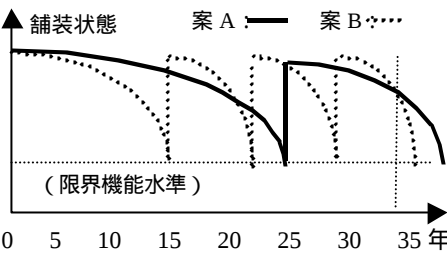
4. 舗装設計を例としたリスク分析

米国 FHWA の”Life-Cycle Cost Analysis in Pavement Design”に掲載された舗装設計案を比較する事例を紹介する。

(1) 構造と課題の特定

設計案ごとの供用期間と舗装状態の変化は図 2 のように表現される。事業者コストのみを考えた場合、LCC にかかわるコストとして初期建設費と機能を回復させるための改修費がある。分析期間中の改修回数は基本的に、案 A で 1 回、案 B で 3 回となるが、舗装状態変化の不確実性によりその回数は変動する可能性がある。

図 2 供用期間と舗装状態の変化



(2) 不確実性を持つ変数の特性把握

各変数の特性は、次のように想定されている。

- ・ 初期建設費、改修費は最近の入札記録の分析から算出され（表 1） 正規分布が想定されている。
- ・ 舗装供用期間は専門家による委員会により設定され（表 2） 三角分布が想定されている。
- ・ 割引率は、最小値 3%、最頻値 4%、最大値 5%の三角分布が想定されている。

表 1 初期建設費・改修費

費用項目 (百万 \$)	案 A		案 B	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差
初期建設費	26.5	0.75	20.0	2.5
改修費	7.0	0.5	6.0	1.0

表 2 舗装供用期間

(年)	案 A			案 B		
	最低	最頻	最高	最低	最頻	最高
初期	20	25	30	12	15	18
改修	10	13	15	5	7	10

(3) シミュレーション結果

シミュレーション結果は次のようになった。（表 3、図 3、図 4）

表 3 主要統計値

	LCC (百万 \$)	
	案 A	案 B
最小値	25.40	13.13
中間値	28.93	27.60
最大値	33.04	40.35
標準偏差	1.04	3.13

図 3 LCC の確率分布

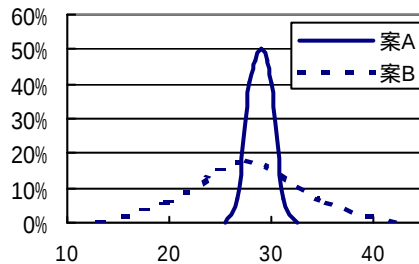
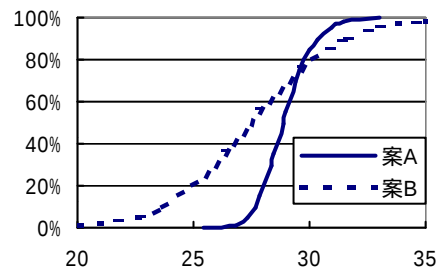


図 4 LCC の累積確率分布



(4) 結果の分析と解釈

中間値で比較すると、案 B が案 A より 147 万ドル少ない。また、案 B の変動は大きいものの、約 70%の確率まで案 A より小さくなる。しかし LCC が大きくなるリスクも大きいため、許容できるリスク水準が高い場合には案 B が望ましいといえる。案 B の LCC 増大を回避するためには、図 4 で 90～100%の部分に相当する金額の発生に影響を及ぼす変数を特定し、それらを適切にコントロールする事が必要になる。ここでは、初期建設の供用期間、初期建設費および補修費の影響が大きい事が示されている。一方、案 A は LCC の変動が小さく安定している事が特徴であり、許容できるリスクが小さい場合にはこちらの案が望ましいといえる。

このように、一概にどちらの案が優れているという事は言えず、リスク分析を行う事により状況に応じた適切な判断を行うことが可能になり、関係者間の合意形成を促進する事が期待される。

5. おわりに

維持管理サイクルや耐久性などは過去のデータを参考にすることで、リスクを小さくできると考えられる。しかし、現在のデータベースは極めて不十分であるため、今後の整備が建設マネジメントの確立とともに期待される。また、設計の手法も性能照査型設計法への移行による耐久性設計が可能となれば、リスクは更に減少し LCC の精度が高まることが予想される。今後は、維持管理負担が大きいと考えられている橋梁について、シミュレーションを行うことも含め検討していきたい。

（参考文献） 1）”Life-Cycle Cost Analysis in Pavement Design” FHWA,1998