

LCC（ライフサイクルコスト）とインフラ長寿命化

一般財団法人建築保全センター 理事長 奥田 修一

① はじめに

建築物のLCC（ライフサイクルコスト）は概念としては分かりやすいもので、1970年代に我が国に紹介されて以来、用語としては定着しているのではないと思う。ただ、建築実務でのLCCの活用となると話は難しくなり、実態的にはあまり使われてこなかったのではないと思う。その理由としては、使用するデータを含めて手法として実用の域に達しているとは言い難く、また必要とされる場面も少なかったからなのではないか。

そのLCCを取り巻く環境も、このところ大きく変化してきている。その主な点は国を挙げてのインフラ長寿命化計画と地方公共団体版の公共施設等総合管理計画の策定にLCCが必要となっていることがある。また、2008年に制定されたISO 15686-5（Life-cycle costing）が2017年に改訂され、本年の3月には（一財）建築保全センター発行の『建築物のライフサイクルコスト』が14年ぶりに改訂発行されるなど基準類も新たになっている。

本稿では、しばらく動きの少なかった建築物のLCCをめぐる最近の状況について概括的に眺めてみたい。

② LCCの経緯

建築物のLCCが我が国で議論になり始めたのはおそらく1970年代のことではなかったかと思う。

参考書によれば、1960年代に米国の国防省で航空機のタイヤ調達にLCCが使われたのが最初で、その後1970年代に米国連邦調達庁公共建築局（GSA-PBS）が建築物のLCCをコンピュータで計算するシステムを開発したとされている。筆者は1980年代半ばにGSAのVEハンドブックを邦訳するグループに参加していた。この中ではV（価値）= F（機能）/ C（コスト）のCはライフサイクルコストで計算するとされていたことに驚いた記憶があるが、GSAはこの頃既にLCCの計算プログラムを開発していたことになる。

LCCの計算について具体的に紹介されたのは英国人のロジャー・フラナガン氏の「建設のためのライフサイクルコストリング」の邦訳本が出版された辺りが初期の例ではないかと思う。その中では、船になぞらえたクライアントに見えているイニシャルコストは氷山の一角で水面下にはその数倍のランニングコストが隠れているというLCC関連の書籍でよく引用されている有名な絵が載せられている。

本格的なLCC計算の書籍としては、建築保全センター発行の『建築物のライフサイクルコスト』の初版が1993年に刊行されているのが代表的なものではないだろうか。

1990年代には京都議定書が採択されるなど地球環境問題が大きな動きになり、LCCよりもLCCO₂の方が一般によく使われるようになった。この他にもLC（ライフサイクル）につく言葉としてはLCR（リソース）、LCE（エネルギー）、LCL（レ

イパー)などが現れ、LCCに近いものではあるが、コストのみならず効用までも含んだ幅広い概念としてLCM(マネジメント)が提唱されている。

LCファミリーの本家とも言うべきLCCだが、冒頭に述べたように実務に活用されることは少なかったと思われる。理由として2000年に行われたアンケート調査では「手法が明確でない」、「データが信用できない」、「不確実な先のことを計算しても無駄である」、「結果が経済の変化に影響される」、「将来の技術の変化に対応できない」などが挙げられている。大きくは手法に関する課題と長期的な将来の予測に関する課題の二つと言える。

手法に関する課題としては何といたっても十分なランニングコストデータが蓄積・整備されていなかったことがある。それに、維持管理や修繕に関しては費用の線引きが難しいことがあり、いくら用語の定義を厳密にしても使った費用がそのとおりに分類され、実績値として活用できるようになっているかどうかは別問題である。

長期的な予測に関する課題としては、まずは建築物の寿命のような数十年にわたる予測のニーズそのものがあまりなかったのではないと思われる。例えば、建築プロジェクトの事業採算性の検討なども期間が長期にわたれば不確定要素が増え、それがリスクとなってしまふ。また、将来の価値を現在の価値に置き換えるための割引率の設定も長期間では影響が大きく、結果が大きく変わってしまう。割引率2%、4%、6%の現価係数(将来の価値と現在の価値の比)をグラフに示す(図1)。バブル崩壊以来、二十数年間デフレ状態が続き、マイナス金利まで導入されている我が国の現状では感覚的にはつかみにくい部分である。

LCCに関連するものとしては、2001年に事業評価制度及びPFI制度がスタートしている。いずれも一定の事業期間の費用を算定するという意味ではLCCの考え方の導入と言える。ただ、PFI事業も最大30年の事業期間の契約が行える制度として導入されたが、現実には15年以下の事業期間のものが

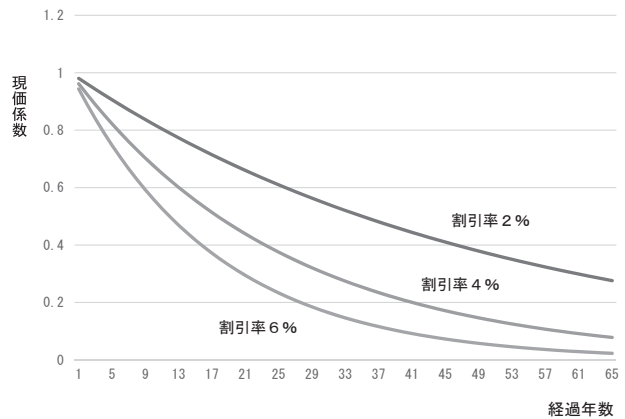


図1 割引率による現価係数(将来の価値と現在の価値の比)の差

過半を占め、PSC(Public Sector Comparator、公共が実施した場合の負担額)の計算にも大規模修繕は入ってこないでLCC算定手法の活用とは言いがたい。

③ インフラ長寿命化基本計画・公共施設等総合管理計画

最近のLCCを取り巻く動きの中で最も大きな影響があったのは国のインフラ長寿命化計画とその地方公共団体版の「公共施設等総合管理計画」であろう。

2012年12月2日に笹子トンネルでコンクリート製の天井板が138mにわたり崩落して走行中の車が下敷きとなり9名の犠牲者を出す大事故が起きた。この事故で1980年代の「荒廃するアメリカ」を想起した人もいたのではないだろうか。米国で1920年代のニューディール政策で大量に整備されたインフラが、数十年を経過して老朽化しているにもかかわらず、必要なメンテナンスが行われずに事故や不具合が多発した状況を象徴的に表した言葉である。

日本でも高度成長期に整備された膨大なインフラでいずれ同様の状況が起こり得るとするのは当時関係者の共通した危機感になっていたように思う。実際笹子トンネル事故の前でも多くの地方公共団体で、所管の公共施設やインフラを限られた予算でどう管理していくのかという問題意識から

「公共施設白書」的なものが作成されていた。

こうした背景もあって笹子トンネル事故後の政府の対応は速く、翌年（2013年）の11月にはインフラ長寿命化基本計画が策定され、引き続いて各省庁の行動計画が策定されている。また、地方公共団体に関してはインフラ長寿命化計画に相当するものとして公共施設等総合管理計画を策定するよう2014年4月に総務省より文書が発出されている（図2）。2018年9月30日現在で都道府県及び政令市では全団体、市区町村では99.7%の団体が計画が策定済となっている。

公共施設等総合管理計画の策定については総務省において指針が作成されており、計画に記載すべき内容や策定にあたっての留意事項などが、かなり踏み込んで記載されている。主要なものを列挙すると以下ようになる。

I 所有施設の現状

- ・老朽化の現況や利用状況を始めた公共施設等の状況
- ・総人口や年代別人口についての今後の見通し
- ・公共施設等の維持管理・更新等にかかる中長期的な経費やこれらの経費に充当可能な財源の見込み

II 施設全体の管理に関する基本的な方針

- ・計画期間は10年以上とすることが望ましい
- ・全庁的な取組み体制の構築及び情報管理・共有方策
- ・現状分析を踏まえた基本方針（点検・診断、維持管理・修繕・更新等、安全確保・耐震化、

長寿命化、統合・廃止等）

III 留意事項等

- ・行政サービス水準の検討
- ・議会や住民との情報共有
- ・数値目標の設定
- ・PPP/PFIの活用

このように、財源や実施体制まで含めて実現可能な計画づくりを目指した内容となっている。なお、策定の利便のため更新費用試算ソフトが総務省から提供されており、建築物では更新年数は60年、中間年の30年目に更新費用の6割をかける大規模修繕を実施するとの想定となっていて、多くの地方公共団体は計画策定にこの試算ソフトを使用している。

結果として策定された計画は、項目としては共通であり、総務省のHPでは各地方公共団体の公共施設等総合管理計画の主たる記載内容43項目が一覧表として閲覧できる。施設量、人口、財源などは地方公共団体の規模により異なるが、今後の人口減少や厳しい財政状況の中で大量に整備されてきた施設等をどう維持管理・活用していくかについての課題は共通である。特に今後施設の維持管理・更新にかかる経費の見込みと財政状況との乖離は最大の課題と言えよう。計画一覧を眺めてみても現在施設等に要している（充当できている）経費は将来予想される経費（特段の削減措置のない自然体での）に対して、年平均で見ても半分程度しかない地方公共団体が多い。

したがって、何らかの経費縮減の方策を講じる

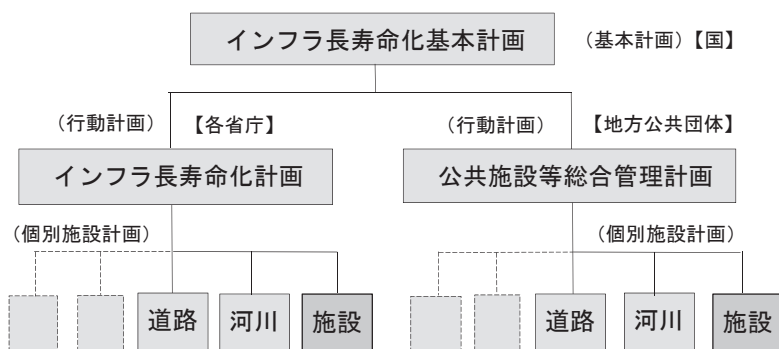


図2 インフラ長寿命化計画の体系

必要があるが、そのメニューもパターン化されており事後保全から予防保全にすることによる経費縮減、耐用年数の延伸（80年など）、施設総量の削減、民間活力の活用などで、自然体の予想経費に対してこうした対策により20%～40%の縮減を見込んでいる地方公共団体が多くを占めている。

以上のように、公共施設等総合管理計画は人口予測や財源問題まで踏み込んだものであり、今後の厳しい対応を覚悟させるに十分なものであるが、計画に示された対応策はなお机上の辻褄合わせの感が否めず、計画達成のための具体策は今後の個別施設の計画に委ねられた形となっている。その意味では今、改めて実用的なLCC計算の重要性が高まっていると言えるだろう。

4 LCCに関する基準等の動き

本来LCCは幅の広い概念であり、その中に含まれる費用の種類も多い。このため何が含まれるのか、また中身をどのように定義し、分類するのかということも不明瞭になりがちである。まずは共通の定義と物差しを持つ必要があるが、参照すべきLCCの国際基準としては、ISO15686-5（Life-cycle costing）がある。これは2008年に制定され、2017年に改訂されているが、この中ではWLC（Whole-Life Cost）の概念が採用されている。いわゆる狭義のLCCだけでなく企画や用地取得等の非建設コスト、収入、外部に対する効用（外部性）などを含む幅広い概念として定義され

経済評価など目的に応じた多様な活用が想定される（図3）。

国際基準のほか、先進各国はそれぞれLCCの国家基準を持っており、日本は先進国ではLCCの国家基準がない数少ない国と言われている。我が国でLCCに関してよく参照されるものとしては、前述の建築保全センター発行『建築物のライフサイクルコスト』がある。1993年に初版が発刊されて以来2000年、2005年と改定され、建築物のライフサイクルコスト算定のための手引書として広く活用されてきているが、この3月に前回から14年ぶりに改訂版が発行されたのでLCCに関する最新情報として紹介したい。筆者は発行元に所属しているため、客観的に説明するにはふさわしくないかもしれないがその点はお許しをいただきたい。

今回の改定のポイントは、一つはISOの動向も踏まえてWLCとLCCとの関係を明確にした上で、LCCの内容に関しては極力曖昧な部分が残らないように整理したことである。LCCに含まれる内容に関してはデータを提供している項目と、想定が困難なため必要に応じて加算する項目があるので落ちのないように一覧として整理している（図4）。

今一つの大きなポイントは算定に用いるデータに実績データを導入して実態に即したものとしたことである。LCC算定において大きな要素である更新周期については、都道府県・政令市が共同で2004年から開発運用している保全マネジメントシステム（BIMMS）に登録されている8,205棟の建物の472,160件の機器・部材の実績データを利

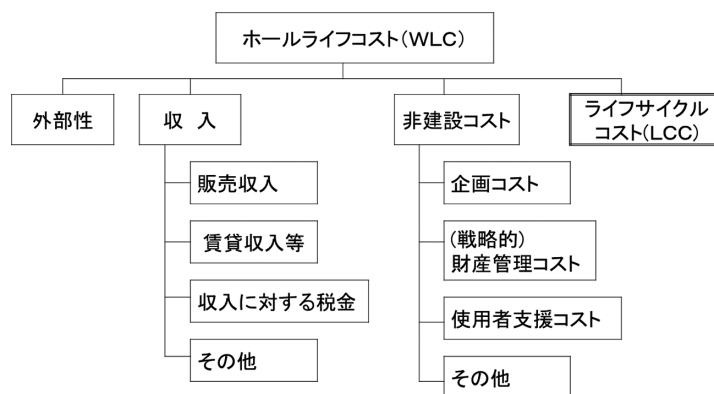


図3 ホールライフコスト（WLC）項目の体系

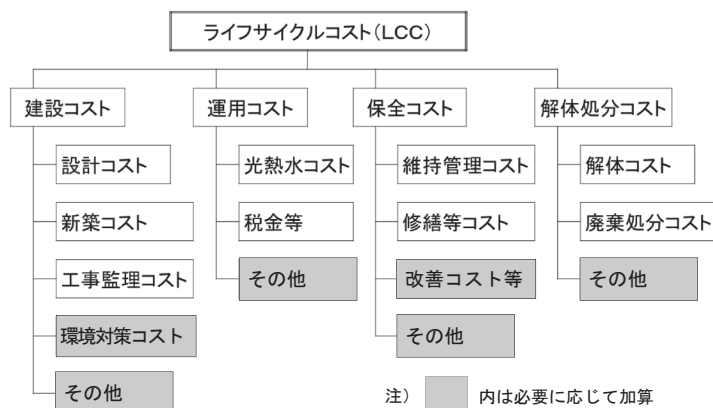


図4 ライフサイクルコスト (LCC) 項目の体系

用している。また、共通費（共通仮設費、現場管理費、一般管理費等）や消費税、外部足場の加算など影響の大きい項目については実態に即した算定が可能なように配慮されている。

LCC計算の実務には一般になじみがないと思われるので、以下に『建築物のライフサイクルコスト』で提供している方法について概略を紹介したい。

まず、LCC計算自体は膨大なものになるので必要な条件を入力することで計算できるプログラムがCD-ROMで添付されている。ただし、ブラックボックスにならないように、また、データの変更が可能なように根拠となる手法やデータはすべて掲載している。

LCCの計算は基本構想から解体処分に至るまでの各段階で異なる目的に応じて行われるものであり、それぞれの段階で使用できる情報（データ）

も異なる。このため、手法としては延べ床面積と建物タイプから算定する床面積入力法と、部材の仕様、数量が把握できてから積み上げ計算をする部材入力法が用意されている。部材入力法で算出するのはLCC計算で最も重要な修繕等コストであり、他のコストは床面積入力法と共通である。また、床面積入力法と部材入力法を組み合わせ合わせた併用法の使用も可能である（図5）。

床面積入力法では使用する建物タイプとして、①小規模事務庁舎、②中規模事務庁舎、③大規模事務庁舎、④学校（校舎）、⑤学校（体育館）、⑥中層住宅、⑦高層住宅の7タイプが用意されている。この中からタイプを選定し、延べ床面積、使用期間、割引率等の条件を入力すると、過去の実績等からLCCが算定される。中規模事務庁舎（使用期間65年、割引率0%）のLCC試算内訳を図6に示す。

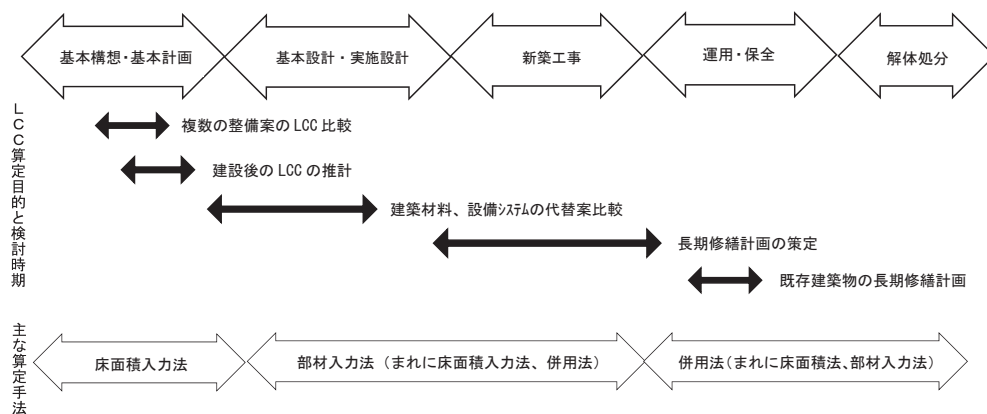


図5 各段階でのLCC算定の目的と主な算定手法

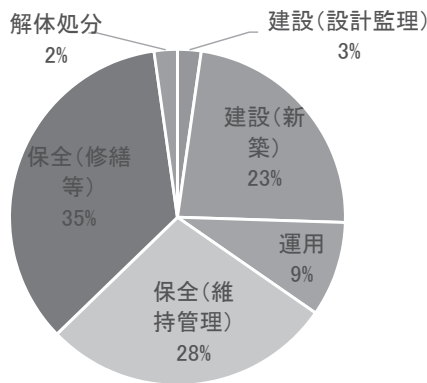


図6 中規模事務庁舎のLCC試算内訳

設計が進んだ段階、あるいは既存建築物で部材データがあるものについては部材入力法による詳細な積み上げ計算が可能である。データベースには、建築、電気、機械の3工事種別の下に、区分、種別、部材と細分化されており、約1,000の部材について建設・修繕・更新等の内容、金額、周期が入力されている(図7)。

LCCの活用目的は設計代替案の比較やLCCの推計、長期修繕計画の策定など新築時に行うもののほか、既存建築物の長期修繕計画の策定や複数(群)の建築物への活用も可能であり、これらは公共施設等総合管理計画の具体化の段階でのツールとして期待される。

5 おわりに

LCCの今後を考えるとときには、BIMとの関連に

も触れておく必要があるだろう。

BIM導入の目的の一つに維持管理段階でのBIMデータの活用があることは明らかであるが、BIM活用がフェーズごとに分断されてそれぞれプレイヤーが異なり、データのシームレスな受け渡しが進んでいない我が国の現状では、なかなかFMでの活用までは繋がっていない。ただし、耐久性を始めとする部材の性能がBIMのデータとして入力されていれば、FMやLCC算定に活用できるわけで、本来BIMはFMとの親和性が高いものである。現在、建築保全センターが事務局となり、BIMライブラリーコンソーシアムにおいて建築関係者が共通で利用できるBIMオブジェクトの標準化が進められている。昨年作成されたBIMオブジェクト標準では、COBie(Construction-Operations Building Information Exchange)がオブジェクトの内容として位置づけられてFMに受け渡すべきデータの枠組みが整えられた。実際の運用は今後の努力に委ねられるが、将来に向けての活用のポテンシャルは高いものと期待される。

(参考文献)

- (一財) 建築保全センター『建築物のライフサイクルコスト』2019.3
- 岩松準「WLC(Whole Life Costing)をめぐる日英の違い」『建築コスト研究』73号 2011.4
- 清水令一郎「GSAにおけるVE(1),(2)」『建築コスト研究』6号及び7号, 1994.7-10

工事種別	名称			保全方式	コード ABCCDD	建設・修繕・分解整備等・更新の内容	外部足場	一回当たりの単価		対建設費率	計画更新周期(年)	修繕周期(年)
	区分	種別	部材					金額	単位			
建築	屋根	屋根防水	保護アスファルト防水	予防保全	1251010	建設		6,473	円/m2	1.000	-	-
						修繕	1. 破損修繕	705		0.109		
							2. 撤去	327	円/m2	0.051	-	20
							3. 処分	432		0.067		20
						更新	1. 更新	6,830		1.055	使用年数の間で更新はないと想定	-
							2. 解体	3,320	円/m2	0.513		
3. 処分	2,430		0.375									
電気	電力	電線類	電線(1V)1.6mm	事後保全	4151001	建設		222	円/m	1.000	-	-
						更新	1. 更新	255		1.149		
							2. 撤去	58	円/m	0.261	40	-
							3. 処分	0		0.000		
機械	空調	空調(1行)	貫流ボイラー(換算蒸発量350kg/h)	予防保全	7151010	建設		1,633,690	円/基	1.000	-	-
						分解整備等	1. 制御盤内部品交換他	131,000	円/基	0.080		6
							2. 給水ポンプ修繕他	49,000		0.030		4
						更新	1. 更新	1,650,000		1.010		
							2. 撤去	31,000	円/基	0.019	15	-
							3. 処分	10,900		0.007		

図7 部材レベルのデータ例