

建築物の長期修繕計画書作成システムおよびLCC算定システムの開発

本社 小長光公和

概要：建物の維持管理支援ツールとしての長期修繕計画書作成システムとライフサイクルコスト(LCC)算定システムを、当社を含むゼネコン13社で開発した。いずれも、基本的な建物概要を入力し、該当する項目を選択することで、容易に長期修繕計画書作成やLCC算定が可能なシステムである。

キーワード：ライフサイクルコスト，長期修繕計画，運用費，保全費，修繕・更新費

1. はじめに

わが国では、戦後の高度経済成長時代を通じて、都市部を中心に建築物が新築および早期建て替えにより多量に供給され、建築ストックを増大させてきた。こうしたスクラップ&ビルド体質は、社会の成熟化と経済の変化、さらに近年では、環境保全の視点からも変わらざるを得ず、建物を長期にわたって有効に活用する方向が求められている。すなわち、従来は築後30年～35年で取り壊されていた建物も、今後はより長期にわたって使用され続けることが要求されている。

建築物は、竣工後、使用過程において汚染、欠損や老化がはじまるのは自然であり、これらを放置しておくると劣化は部分から全体へと加速度的に進んで行く。こうした劣化を防ぐためには、日常的な清掃、点検、修繕などの保全行為が必要であり、そのための長期的な更新・修繕計画が必須である。適切な修繕計画に従って適切な時期に修繕を行うことが建物の長寿命化につながり、その結果、建物資産の保全につながる。

建築物のコストについては、建設コストのみを評価しがちであるが、企画・設計、建設、修繕、運用から最終的な廃棄処分にいたるまでのライフサイクル全体を通じたコスト(LCC)で評価することが重要である。図1に建設費とライフサイクルコストを模式的に表したものを示す。

図に示すように、建設コストはLCC全体から見れば氷山の一角に過ぎず、水面下に隠れた、修繕コスト、運用コスト、保全コストがはるかに大きい。このことは、建物の長寿命化をはかり、LCCを縮減するためには、単に初期建設費だけでなくその他のコスト低減を考慮した仕上げ材や設備機器の選択と合理的な修繕・更新が必要であることを示している。

今回、上記目的のためのツールとして、建設後の修繕・更新の費用と周期を算定する「長期修繕計画書算定システム」とLCCの算定および設計案の比較検討が可能な「LCC算定システム」を共同で開発した。これらのシステムは、(社)建築・設備維持保全推進協会(BELCA)の建築物のLC評価用データ集(改訂第3版)と(財)建築業協会(BCS)のライフサイクルコスト(LCC)略算プログラムをベースに改良を加えて発展させたシステムである。本報告は、それらのシステムの概要と活用について報告するものである。

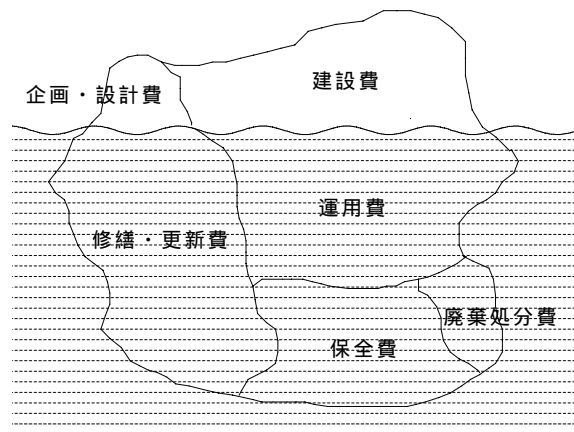
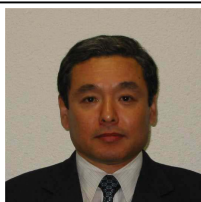


図 1 ライフサイクルコストの概念図



小長光公和
建築本部
建築部

2. 長期修繕計画書作成システム

2.1 システムの概要

長期修繕計画書とは、竣工後一定期間を設定して、その期間中に発生する修繕・更新部位および時期を想定してその費用を算定し、建物の適切な維持保全のための指標とするものである。

本システムは、基本的な建物概要を入力し、建物に該当する項目をデータベースから選択することで長期修繕タイムスケジュールと費用がグラフ化され、容易に長期修繕計画書が作成できる。選択項目データベースの内容を表 1 に示す。項目は大分類、中分類、小分類の3つに区分され、大分類は、建築外部、建築内部、外構、電気設備、空調設備、衛生設備、搬送設備の7分類からなる。中分類は部位毎に細分化して63分類からなり、小分類は部材レベルでおよそ530項目からなる。該当する部材や設備機器がデータベース中になく場合には、新たにデータシートを作成して項目を追加することができる。部材単価、修繕・更新周期については、標準的数値が設定されているが、実情に合わない場合には修正することができる。プログラムのフローを図 2 に示す。

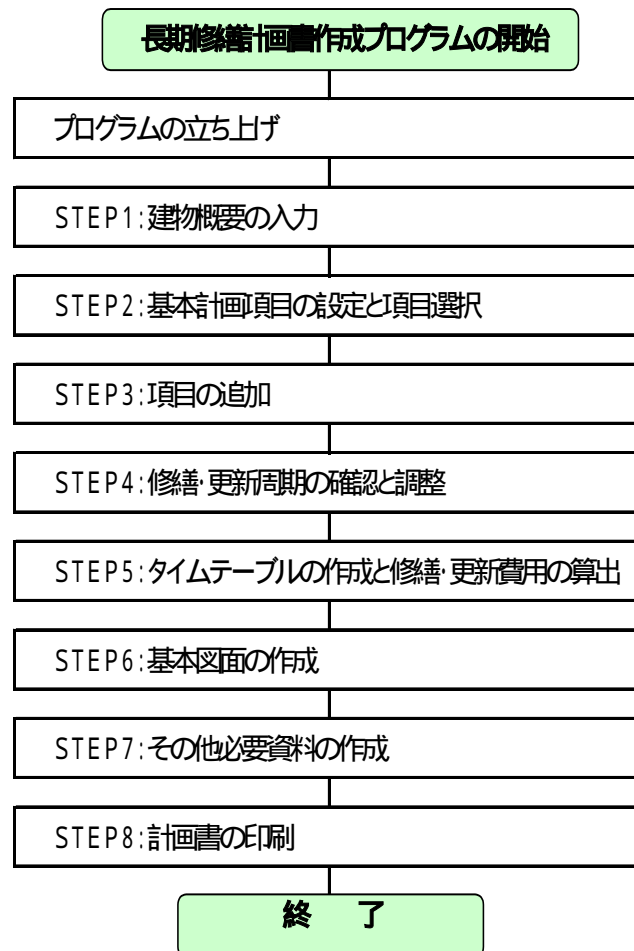


図 2 長期修繕計画作成システムのフロー

2.2 入力方法

入力は、図 2のSTEP 2の項目選択画面上で、表 1の小分類項目を選択して数量を入力し、必要に応じて単価の修正を行うことができる。項目の追加や修繕・更新周期の変更があれば、STEP 3の項目追加画面、STEP 4の周期調整画面上で修正入力を行い、STEP 5で自動的に計算されて、タイムスケジュール、各分類の費用集計表およびグラフが作成される。それらに基本図面やその他の必要な資料を加えて長期修繕計画書とする。作成に要する時間は、通常規模の建物であれば4日程度で可能である。

なお、各項目の修繕費用と更新費用の算出方法は、次式によっている。

$$[\text{修繕費}] = [\text{新築時の建設費単価}] \times [\text{修繕単価係数}] \times [\text{数量}] \times [\text{数量係数}]$$

$$[\text{更新費}] = [\text{新築時の建設費単価}] \times [\text{更新単価係数}] \times [\text{数量}]$$

単価係数とは、新築時と比較した作業の難しさや、修繕・更新に伴う解体・処分費を加味した金額の、新築時単価にたいする比率である。

$$[\text{修繕単価係数}] = (\text{修繕費} / \text{工事費}) \times 100\%$$

$$[\text{更新単価係数}] = (\text{更新費} / \text{工事費}) \times 100\%$$

数量係数とは、発生する修繕数量の全体数量にたいする比率を表す。したがって、更新時の数量係数は1となる。

表 1 入力項目分類

大分類	中分類	小分類
1 建築外部	1 防水	17
	2 屋根	7
	3 外壁	26
	4 建具	23
	5 シーリング	2
	6 鉄骨階段	1
	7 金物	18
	8 軒天井	8
	9 外部床	9
	10 外部巾木	5
2 建築内部	1 床	38
	2 巾木	7
	3 壁	27
	4 内部建具	13
	5 天井	15
	6 内部雑	22
3 外構	1 屋外	18
	2 外部雑	8
4 電気設備	1 高圧受電盤	8
	2 変圧器	4
	3 受変電コンデンサ	4
	4 自家発電設備	1
	5 直流電源装置	4
	6 盤類	12
	7 弱電設備	23
	8 火災報知器	11
	9 照明器具	4
	10 配線	13
	11 配管	8
	12 ボックス	4
	13 配線器具	7
	14 避雷針	5
	15 その他材料	7
5 空調設備	1 熱源設備ボイラー	5
	2 熱源設備冷凍機	8
	3 熱源設備冷却塔	2
	4 空調機器	7
	5 冷暖房ユニット	3
	6 全熱交換機	6
	7 送風機	4
	8 排煙ファン	1
	9 換気扇	1
	10 ポンプ	6
	11 製缶類	7
	12 空調弁類	3
	13 配管類	8
	14 ダクト類	3
	15 制気口類	8
	16 自動制御機器	3
6 衛生設備	1 ポンプ	10
	2 水槽	5
	3 製缶類	7
	4 衛生弁類	7
	5 配管類	16
	6 湯沸器	4
	7 消火機器	7
	8 衛生器具	9
7 搬送設備	1 エレベーター	1
	2 エスカレーター	1
	3 機械式駐車設備	5
	4 駐輪場設備	1
	5 ダムウェーター	1
	6 油圧エレベーター	1

3. LCC算定システム

3.1 システムの概要

LCCとは、生涯費用という意味で、建築物の設計段階、建設段階、運用段階、解体までのコストの総計である。本システムでは、企画設計費、建設費(躯体費+建築費+設備費)、修繕更新費(建築修繕更新費+設備修繕更新費)、運用費、保全費、廃棄処分費の略算レベルの合計を表し、主に企画設計段階や基本設計段階において異なる設計案のLCCを計算して比較検討を行い、最適案を選択できるようになっている。プログラムのフローを、図3に示す。

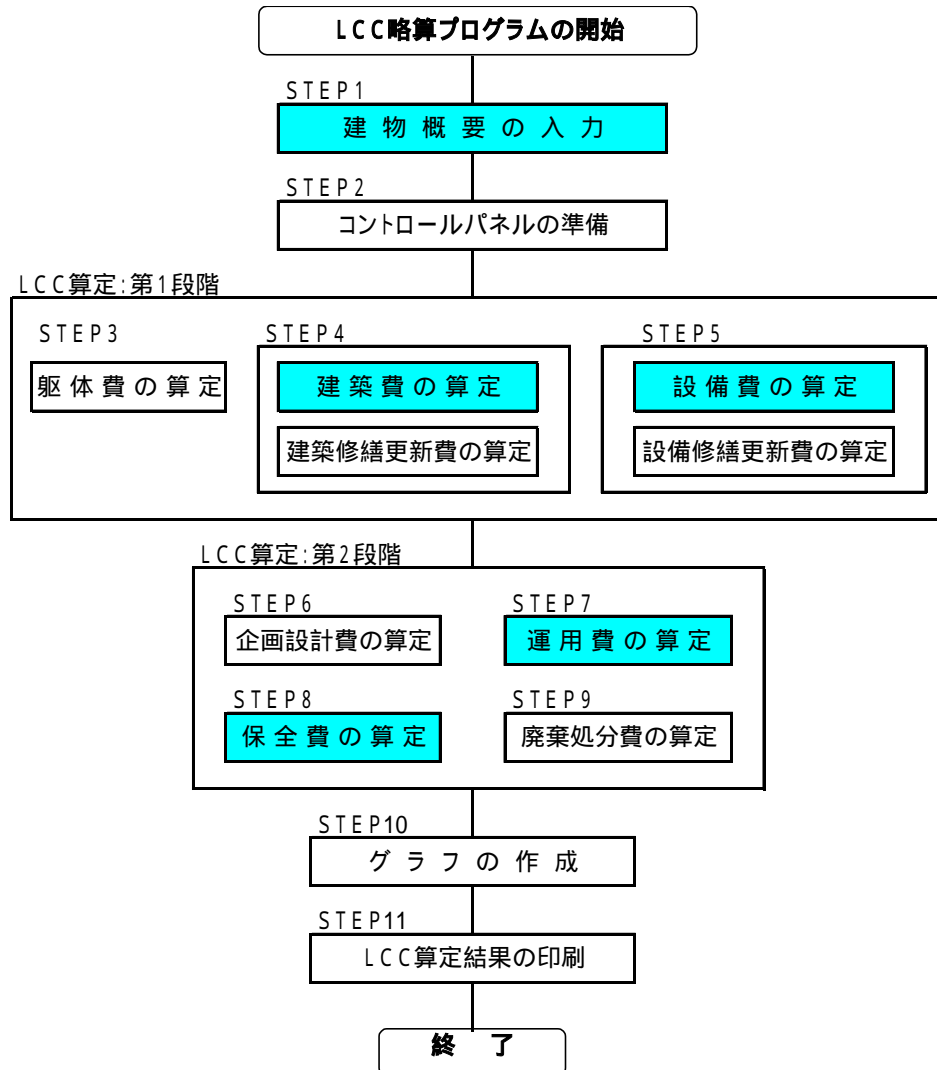


図 3 LCC算定システムのフロー

3.2 入力方法

図3に従って建物概要を入力後、STEP2でコントロールパネルが準備され、第1段階としてSTEP3～STEP5を行い、第2段階としてSTEP6からSTEP9を行う。このフローで入力が必要なのは、図の網掛け部分、建築費の算定と設備費の算定、運用費の算定、保全費の算定の4STEPである。建築費及び設備費の算定では、大規模修繕システムの項目選択と同様に該当する建築仕上げ材料や設備システムを画面上から選択して、数量比率を入力すると、数量が自動的に計算されて、修繕更新費まで費用が計算される。数量が明らかな場合は数量を直接入力してもよい。

運用費については熱源システムを選択する。その他の費用は、コントロールパネル上でクリックするだけで自動計算され、STEP10でグラフを作成して結果を印刷する。

このプログラムは、集合住宅 事務所 ホテル 病院 量販店 倉庫 の6用途に対応し、同時に3つの計画案を算定比較できるようになっている。

各費用の算定方法は以下による。

(1) 躯体費

躯体費 = (仮設工事費単価 + 土工・地業費単価 + 純躯体費単価) × 法定延床面積
単価はRC, SRC, S造の3構造種別ごと、用途別ごとに設定している。

(2) 建築費と建築修繕更新費

建築費および建築修繕更新費は、部位・部材項目ごとに次式により算定する。

建築費 = 数量 × 建設費単価

建築修繕費 = (数量 × 修繕率) × (建築費単価 × 修繕単価係数)

建築更新費 = 建築費 × 更新単価係数

(3) 設備費と設備修繕更新費

設備費および設備修繕更新費は、部位・部材ごとに次式により算定する。

設備費 = 算出基準 × 諸元 × 単価

設備修繕費 = 設備費 × 数量係数 × 修繕単価係数

設備更新費 = 設備費 × 数量係数 × 更新単価係数

(4) 企画設計費

企画設計費は、(社)東京都建築士事務所協会発行「建築士事務所の業務報酬算定指針」に基づき次式で算定する。

企画設計費 = 標準日額人件費 × (設計業務量 + 監理業務量) × 2.5 × 特別経費

(5) 運用費

運用費は、集合住宅と非住宅に分けてそれぞれ次式で算定する。

集合住宅運用費 = 電力単価 × (電灯使用量 + 動力使用量) + 水道単価 × 水道使用量

非住宅運用費 = 電力費 + 水道費 + ガス費 + 油費

(6) 保全費

保全費についても集合住宅と非住宅に分けてそれぞれ算定する。

集合住宅保全費 = 管理単価 × 法定延床面積 × 12ヶ月 運用費

非住宅保全費 = 清掃費 + 設備管理費 + 保守費 + 警備費 + 植栽管理費 + 塵芥処理費

(7) 廃棄処分費

廃棄処分費 = 解体工事費 + コンクリート処分費

4. 算定事例

4.1 長期修繕計画

4.1.1 物流倉庫事例

事務所付き物流倉庫について竣工後30年を想定して算定した長期修繕計画のうち大分類グラフを図4に示す。

建築面積：2,730 m²

延床面積：9,870 m²

構造・規模：鉄骨造5階，塔屋1階

建設費：9億円

グラフから物流倉庫の大規模修繕の特徴として以下のことが分かる。

- (1) 大規模な乾式壁のために、一定年ごとにシールの打ち替えが必要であり、外壁の修繕・更新に占める費用が大きい。
- (2) 20年から25年目には、盤類や設備機器の更新、舗装の全面更新時期が重なるために、多額の修繕・更新費用が発生する。
- (3) 30年の修繕・更新費の累計は、建設費のおよそ50%になる。

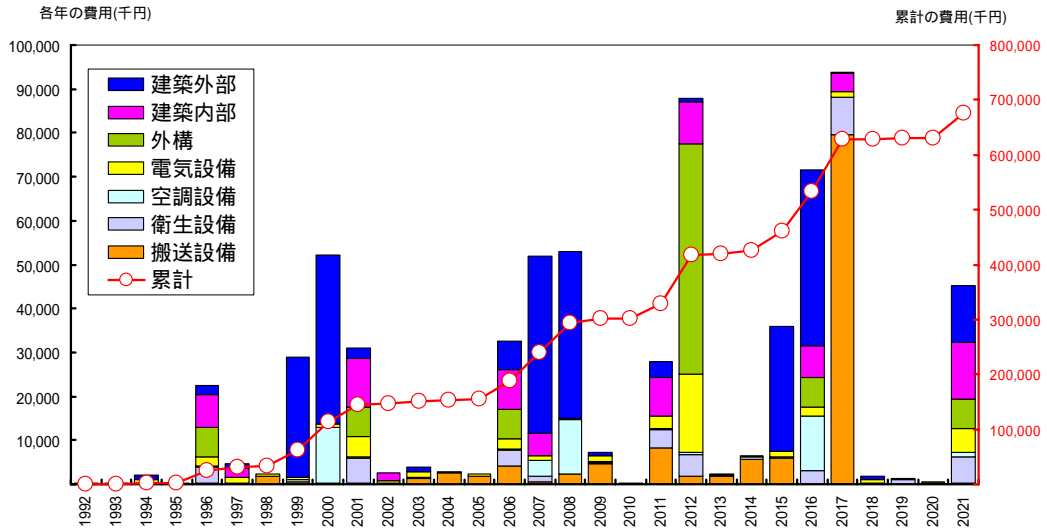


図 4 流通倉庫大分類グラフ例

4.1.2 集合住宅事例

中規模分譲マンションについて30年にわたる長期修繕計画算定例を示す。修繕対象は共用部のみとする。

建築面積：430 m²

延床面積：4,600 m²

構造・規模：鉄骨鉄筋コンクリート造 14階 地下1階

建設費：9.2億円

住戸数：49戸

大分類集計グラフを図 5 に示す。

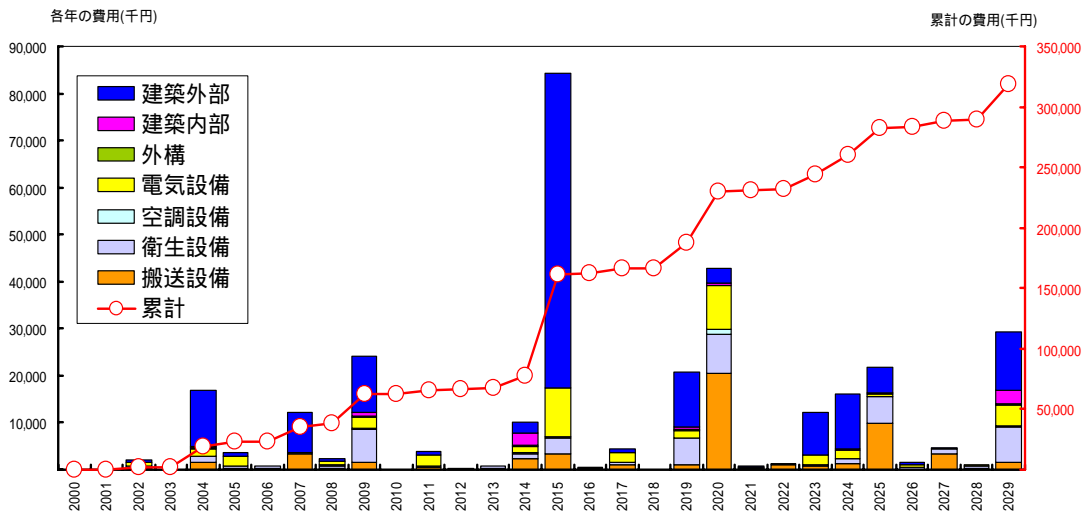


図 5 集合住宅大分類グラフ例

分譲マンションの長期修繕計画の特徴としては以下のことが言える。

- (1) 15年目前後で、屋根防水および外壁の大規模な更新時期となり、費用が発生する。
- (2) 20年目を過ぎると、設備機器や駐車場設備の更新が必要になる。
- (3) 30年時点での共用部の修繕・更新費累計は初期建設費の35%となるが、修繕・更新対象部位の初期建設費にたいしては120%にのぼる。

4.2 LCC算定事例

4.2.1 事務所ビル

事務所ビルについてA案，B案2種類の30年を想定したLCC算定例を示す。建物概要は以下の通りである。

建築面積：580 m²
 延床面積：5,040 m²
 構造・規模：鉄骨造 地上8階 地下2階
 建設費：15億円

A案とB案の費目別比較を図6に，累計比較を図7に示す。

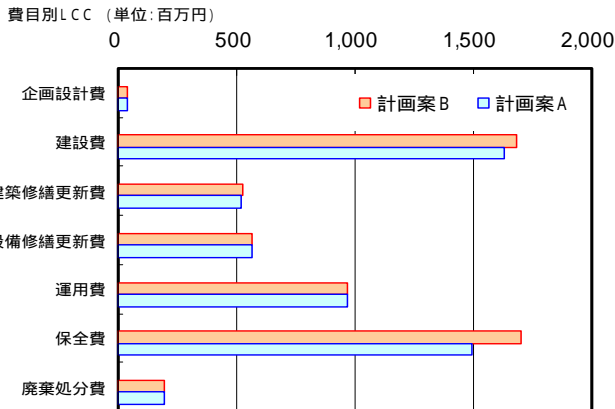


図6 費目別構成比較

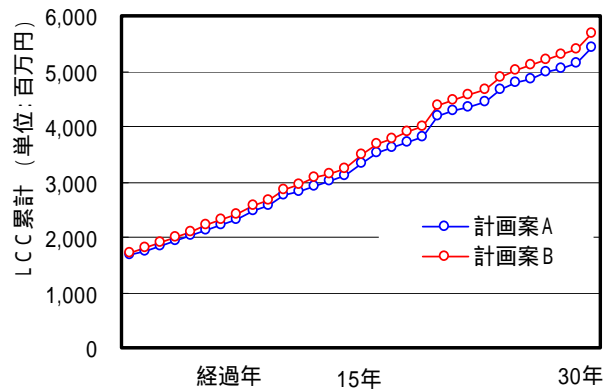


図7 LCC累計比較

主体構造は鉄骨造で，A案は外壁がコンクリート系材料，一部金属，B案は金属系材料として竣工後30年のLCCを算定した。計算を簡略にするために外壁のみ仕様を変え，その他はすべて同一条件としているため，実際の設計とは幾分異なると思われるが，A案に比べB案の方が建築費も高く，保全費（特に清掃費）で大きな差が生じ，LCC全体で4%程度の差ができるという結果になった。

次に，同じ建物でA案は上記と同じ，B案として主体構造をSRC，外壁仕上げを小口タイル圧着張りとした場合の50年間のLCCを算定したグラフを，図8と図9に示す。

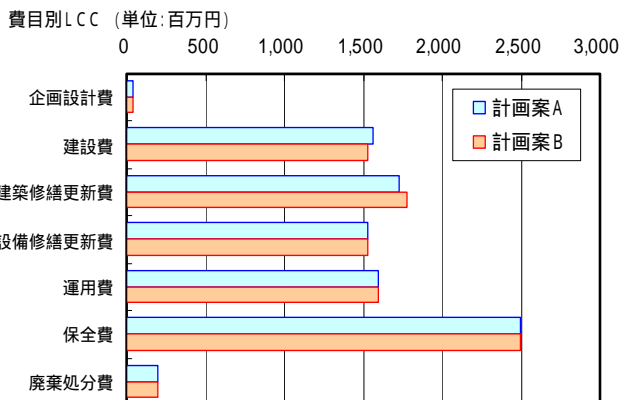


図8 費目別構成比較

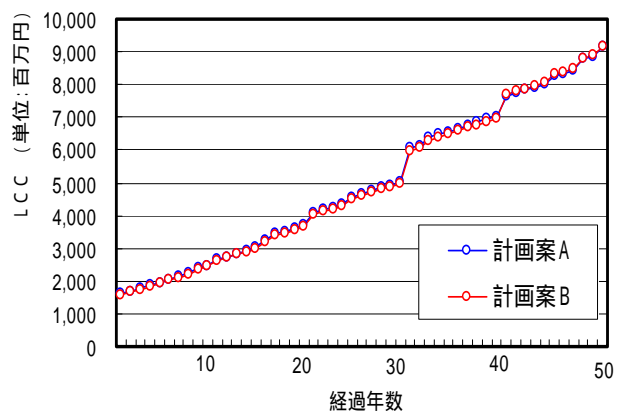


図9 LCC累計比較

この試算では，建設費はB案の方が安くなるが，修繕更新費は高く，30年を過ぎるあたりで逆転して，50年のLCC全体ではA案の方が低くなるという結果になっている。

5. おわりに

今後、既存建物のリフォーム/リニューアルの増加は確実であり、新築工事においても、高い耐久性や維持保全の合理性が要求されるようになる。すでに、発注者および建物所有者にもそのことが認識され始めており、リニューアル工事に際して大規模修繕計画書の提出を求められるケースが増えている。しかし、社会全体としてみれば、建物所有者にとっても施工者にとっても建物の維持保全についてはこれから本格化するところである。

長期修繕計画は、新築時、経過時に関わらず建物の合理的な維持保全や、中長期的な資金計画のために必須のものである。本システムの長期修繕計画書はそのための有効なツールとして活用でき、かつ容易に作成できることを目的として制作したものである。実際のシステム運用に際しては、建設単価や修繕・更新周期等を画面上で操作することで、要求に応じた精度の高い修繕計画を作成できる。

LCC算定システムは、建物の生涯費用を略算レベルで算定するものであるが、建設費、運用費等各要素の概算の目安としても一定の精度が確認されている。LCC算定システムは、現在、用途別に実建物について算定事例集を作成してその精度を検証しており、基本設計段階での適正案決定に有効に利用できるものとしている。

今後は、標準建設単価の変動や新材料の実用化に伴う修繕・更新周期の変更などデータベースを充実させながら、さらに、省エネルギー設計に対応した設備システムや各種断熱工法のLCC評価方法などの機能を付加することで、システムの向上を図って行くことが重要である。

なお、本システムは、(株)青木建設、(株)浅沼組、大木建設(株)、(株)鴻池組、五洋建設(株)、西武建設(株)、(株)銭高組、大末建設(株)、鉄建建設(株)、東洋建設(株)、飛鳥建設(株)、日産建設(株)、(株)ピーエス三菱の13社で平成13年から行った共同研究により開発したものです。

参考文献

- 1) 建築物のLCC評価用データ集 (社)建築・設備維持保全推進協会
- 2) ライフサイクルコスト(LCC)略算プログラム (社)建築業協会
- 3) ELPAC2000/H12.5 建築設備技術者協会
- 4) 建築工事原価分析情報 H11.4 建設工業経営研究会
- 5) 建築士事務所の業務報酬査定指針 (社)東京都建築士事務所協会
- 6) 建築のライフサイクルマネジメント 石塚 義高