


提案部門 ✓をつけて下さい→		 <p>①課題部門「持続可能な社会実現のための建築・住宅技術 ～地球温暖化抑止技術～」</p> <p>②自由テーマ部門「上記以外の建築・住宅にかかる技術」</p>
提案タイトル		建築物のライフサイクルデザイン手法の提案
提案概要 (200字程度)		<p>建築物そのものの設計だけでなく、その設計・施工された建築物がどのような一生、ライフサイクルを送るかが重要であり、従来の設計方法論とは異なるライフサイクルデザインが必要とされてきている。ライフサイクルを考慮した設計を行うことで、建築物の長寿命化、ライフサイクルコストやライフサイクルCO2を低減することが可能である。</p> <p>本提案では、建築物の設計を各構成要素の取捨選択・更新周期の選択として捉え、インベントリ分析によって求められるライフサイクルコストやライフサイクルCO2などを最適化するライフサイクルデザイン手法の確立、設計支援ツールの作成を目的としている。</p>
提案ポイント	①新規性	建物のライフサイクルアセスメントに関する研究は行われているが、コストや環境負荷を低減するための設計手法を考えた研究は少ない。また、建築物に存在する階層性(構法的序列)を考慮した設計手法を考えた研究は前例を見ない。加えて、建築物の環境外乱による不確定性を考慮した研究も進行中である。
	②実用性	建築物全般に適用可能であり、環境負荷低減だけでなく同時にライフサイクルコストも考慮した設計が可能になる。また、設計支援ツールが開発されれば、膨大な設計案から最適な設計案を選択することができる。現在は建築物の構成要素のみを考慮しているが、設備・意匠との連携によりさらなる発展の可能性はある。
	③実現可能性	各構成要素の劣化予測、コスト、原単位の算出が可能であれば本提案による設計も可能であり、それぞれのデータの蓄積が求められる。将来に起こる不確実な事象に対して、統計に基づく確率的なアプローチと現状の把握からのリデザインによるアプローチの両面からの研究を進めており、双方の視点を持つことでより実現可能な設計手法の提案が行える。
	④建築や社会に対するインパクト	建築物の長寿命化に直接貢献できる提案である。また、新築のみでなく既存の建築物の改修にも適用できるように拡張を行っており、現在の建築ストックの延命を図ることが出来る。

提案ポイントについて

- ①新規性：従来の建築・住宅技術」に対する新規性について述べて下さい。
- ②実用性：研究開発の成果が、学術研究や情報の蓄積や整理の範囲にとどまらず、都市・建築空間で実地に用いる、あるいは実際に役立つ点を述べて下さい。
- ③実現可能性：研究開発の目標が、開発に関わる理論や知識と情報、組織や体制、資金などの面から、達成される見込み・見通しを述べて下さい。
- ④建築や社会に対するインパクト
 - ：生活や産業経済、建築空間に対する影響など、研究開発目標が達成され、成果が実用化した場合の建築や社会に対するインパクトについて述べて下さい。

注：こちらにご記入頂いた内容も審査の対象となります。

提案ポイント項目は審査評価基準に基づきます。

建築物のライフサイクルデザイン手法の提案

1 概要

1.1 背景

環境問題・資源問題の深刻化に伴い、建築物のライフサイクルアセスメントが注目されている。また、これらの問題に対して建築物の長寿命化によって貢献できるという報告があり、建築物の耐用年数を延ばすことが建築学会の1つの目標として設定されている。しかし、ライフサイクルアセスメントによって得られた結果からの環境配慮設計への技術的提案はあまり行われていない。

持続可能な発展の定義の代表例として、1987年の国連ブルントランド委員会での「後世の人々が彼ら自身のニーズを満足させる能力をいささかも減じることがないように、という前提に立って、すべての人々の基本的なニーズを満たし、かつ人々がよりよき生活を求める機会を増やすこと (Sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs.)」という定義が挙げられる。つまり、持続可能な発展のために、経済・産業の側面からもその解決策が我々のニーズを満たすことを阻害しないことが前提となる。このことから、持続可能な社会実現のためには効果的に建築物のライフサイクルコスト・ライフサイクルCO₂などのライフサイクル評価値を低減させるための設計手法、つまりライフサイクルデザイン手法の確立が必要であると言える。

ライフサイクルデザイン手法の確立には、将来に起こる不確定な事象を適切に評価するための手法の構築も求められる。本提案では、将来に起こる不確定な事象を考慮した上でライフサイクル評価値を最適化するためのライフサイクルデザイン手法の確立し、これを実現する具体的技術としてライフサイクルデザイン支援ツールの開発を目指す。

1.2 ライフサイクル評価手法

本提案でのライフサイクル評価値の算出手法について、コストを例として述べる。本提案では、建築物の構成要素の資材コスト・原単位を基にライフサイクル評価値を算出している。建築物の各構成要素について、建設時のコストであるイニシャルコスト、図1に示す部材の使用年数と性能の関係を表す劣化関数と部材の使用年数と修繕率の関係を表す修繕率関数を求める。これらを用いることで、図3に示すようにイニシャルコストと修繕コストを求め、それらの和をによりライフサイクルコストが求められる。資材原単位を用いてイニシャルCO₂などの環境負荷物質排出量を求めることで、同様の手法によってライフサイクルCO₂なども算出できる。図3に示した評価対象期間中の修繕の計画をシナリオと呼び、建築物の各構成要素としてどのような部材を選択するか、選択した部材を何年おきに修繕するか(更新周期)を決定することでシナリオやライフサイクル評価値の算出が可能となる。

1.3 構法的序列の考慮

本提案ではライフサイクル評価値の算出において、建築物の構法的な階層性を考慮している。これを構法的序列と呼ぶ。これは建築物を造るための順序であり、修繕のし難さの順序である。一般に支持側の部材の修繕を行うためには、被支持側の部材を交換しなければならない。本提案では、支持側の部材を構法的に上位、被支持側の部材を構法的に下位としている。構法的序列を考慮することで図2のように建築物のシナリオが変化する。

1.4 遺伝的アルゴリズムによる最適化

本提案では、遺伝的アルゴリズムと呼ばれる最適化手法を用いて、ライフサイクル評価値を最適化する設計案(各構成要素の取捨選択・更新周期の選択)を求めている。遺伝的アルゴリズムには、1つの指標を最適化する遺伝的アルゴリズムだけでなく、複数の指標を考慮した多目的遺伝的アルゴリズムも提案されており、これを用いることで、ライフサイクルコストやライフサイクルCO₂のような複数の指標を考慮した設計案の提示が可能となっている。

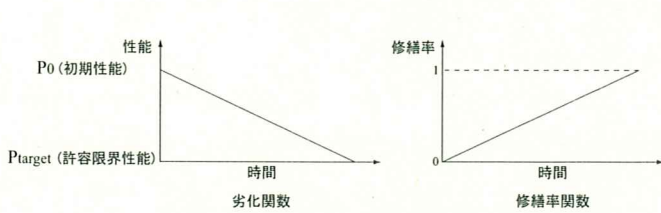


図 1 劣化関数と修繕率関数

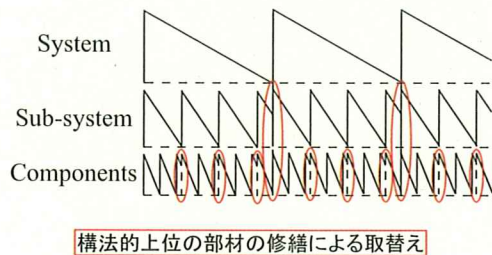


図 2 構法的序列によるシナリオの変化

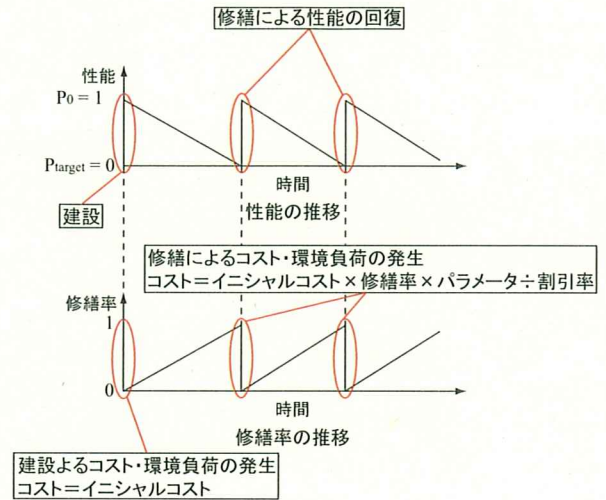


図 3 ライフサイクルコストの算出

2 新規性

前節で述べた構法的序列を考慮したライフサイクル評価手法は前例を見ない手法である。また、ライフサイクル評価手法を用いての最適設計の研究はほとんど見あらず、特に多目的最適化についてはおそらくこの提案が初めてである。

ここでは、以上に加えて将来に起こる不確定な事象を考慮した設計を行うために、劣化外力や地震などを確率的に扱ったライフサイクルデザイン手法の研究を行っている。図 4 に地震を考慮したライフサイクル評価手法の流れを示す。

既存の建築物に対して改修を考慮したライフサイクルデザインを行うための手法の研究を進めており、既存の建築物の延命化に直接繋がると考えている。

不確定な事象に対しての予測には限界があるため、予想外の事象や技術革新などが起こった場合に、改修を行うことでライフサイクルデザインをやり直す、ライフサイクルリデザイン手法の研究を行っている。図 5 に改修を考慮したライフサイクルデザイン手法の流れを示す。

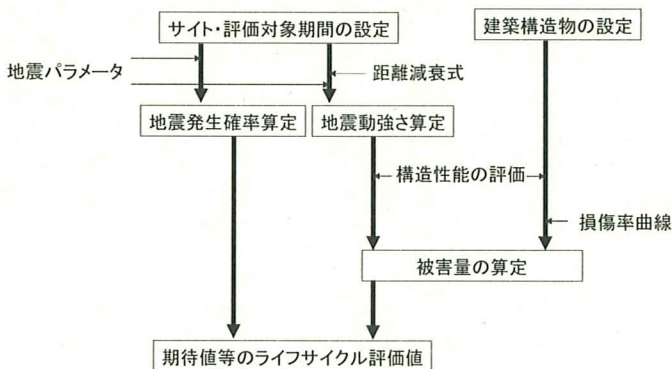


図 4 地震の考慮

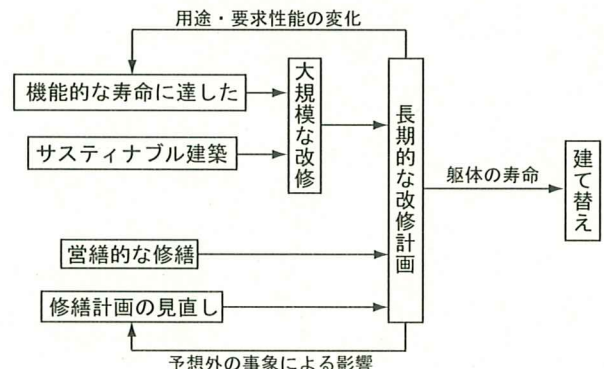


図 5 改修の考慮

3 検討課題

建築物の構成要素に関する評価のみでなく、他の評価を取り入れたライフサイクル評価を行う、またその影響の分析を行う。

インベントリ分析における耐用年数、材料コスト・原単位などの各種データの蓄積。

不確定な事象に対して確率的な手法を用いて予測を行うための手法の構築。

不確定な事象に対して現状の把握からリデザインを行うための手法の構築。