

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	ライフサイクルCO2と温熱・光環境のトレードオフからみた住宅のパッシブデザイン手法の相対化
Title(English)	Relativization of Design Methods in Passive Solar House from Trade-off Relations of Thermal and Light Environment with LCCO2
著者(和文)	唐木研介
Author(English)	Kensuke Toki
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第12067号, 授与年月日:2021年9月24日, 学位の種別:課程博士, 審査員:村田 涼,安田 幸一,奥山 信一,那須 聖,淺輪 貴史
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12067号, Conferred date:2021/9/24, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	建築学	専攻	申請学位（専攻分野）： Academic Degree Requested	博士 Doctor of	（工学）
学生氏名： Student's Name	唐木 研介		指導教員（主）： Academic Supervisor(main)	村田 涼	
			指導教員（副）： Academic Supervisor(sub)	安田 幸一	

要旨（和文 2000 字程度）

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

本論文は、「ライフサイクルCO₂と温熱・光環境のトレードオフからみた住宅のパッシブデザイン手法の相対化」と題し、以下の5章から構成されている。

第1章「序論」では、研究の背景、意義と目的、研究の方法、従来の研究との関係及び論文の構成について述べている。全地球的な環境問題を背景に、建築分野における環境配慮の取組みにおいて建物のライフサイクルを通じた視点の重要性が高まる中、建築的な工夫で自然エネルギーを活用するパッシブデザインが、通常は運用時の環境負荷削減が主な検討対象とされるのに対し、ライフサイクルという長い時間軸で捉えた場合には、建設時と運用時の環境負荷の間のトレードオフに加え、これら環境負荷の削減と環境の質の確保の間にもトレードオフが生じる場合があり、これらの相互的な特性の把握は、持続可能な社会における住宅設計の重要な課題であることに着目している。そこで、温暖地のパッシブデザインにおける代表的な手法として、ダイレクトゲインによる日射熱利用、及び水平ルーバーを用いた日射制御を対象とし、設計時の主な指標となる素材や構法の差異を適用した環境シミュレーションを行い、ライフサイクルCO₂（以下、LCCO₂）及び温熱・光環境の比較検討をすることにより、ライフサイクルを考慮した際に生じる「建設時と運用時の環境負荷」、「環境の負荷と質」という2つの局面におけるトレードオフの特性を検証し、住宅のパッシブデザイン手法の相対的な特徴を明らかにするという本研究の目的について述べている。

第2章「ダイレクトゲイン型住空間モデルにおけるライフサイクルCO₂と温熱環境の関係」では、ダイレクトゲインによる日射熱利用について、南面の開口部による集熱と熱容量による蓄熱を組み合わせた住空間モデルを設定し、新築・改修の際の資材製造により生じる建設時CO₂排出量、暖冷房負荷による運用時CO₂排出量、及び夏と冬の室温の変動を算出し、各モデルにおけるLCCO₂と温熱環境の相互的な特性を検討している。その結果、LCCO₂が最小のモデルでは、冬の室温が低温主体で推移し温熱環境の質が低下するという、環境負荷の削減との間にトレードオフの関係が生じること、木造・小開口の軽量・閉鎖系とRC造・大開口の重量・開放系という対照的なモデル間においてもLCCO₂と温熱環境において近い性状を示す場合があり、設計上の選択肢となり得ることなどの特徴を明らかにしている。

第3章「日射制御ルーバーを用いた住空間モデルにおけるライフサイクルCO₂と光環境の関係」では、水平ルーバーを用いた日射制御について、南面の大開口の内外に素材や間隔の異なるルーバーを設けた住空間モデルを設定し、建設時CO₂排出量、暖冷房負荷による運用時CO₂排出量、及び夏季における自然光の照度分布を算出し、各モデルにおけるLCCO₂と光環境の相互的な特性を検討している。その結果、ルーバーの素材を木やコンクリートとし、窓の外にフィン間隔を密にして設置した場合には、木では素材のCO₂排出量原単位の小ささが、コンクリートでは更新周期の長さが主な要因となり、ルーバー無しよりも建設時負荷は増加するもののLCCO₂は小さくなり、かつ照度変化が抑えられるという負荷削減と質の向上という相乗効果が見込めること、アルミの場合は素材のCO₂排出量原単位の大きさが特に作用し、いずれのモデルもルーバー無しよりもLCCO₂が増大するなどの特徴を明らかにしている。

第4章「ライフサイクルを考慮したパッシブデザインのトレードオフ」では、前章までの検討結果をもとに、ダイレクトゲイン及び日射制御ルーバーの各手法のライフサイクルを考慮した特性について、定型と代替という手法を位置付け、さらに環境の総合性能に関わる要因として「人」「場所」「物」「時間」を設定し、これらの関係性について検討している。その結果、定型と代替の手法間にはトレードオフの有無が共通する組合せの「互換」、トレードオフが有から無へと変化する「解消」という2種類の相互関係があること、素材の物性や物量という「物」の要因は「互換」と「解消」のいずれにも影響すること、ダイレクトゲインでは立地特性のような「場所」の要因が負荷同士、負荷と質のいずれの局面にも手法の「互換」に関わること、日射制御ルーバーでは「人」や「時間」がルーバーの可動性や更新周期の延伸に作用しトレードオフの「解消」に作用すること、いずれの手法もLCCO₂が最小の場合は環境の質と負荷削減の間にトレードオフが発生することなどの特徴を明らかにしている。

第5章「結論」では、前章までに得られた結果をまとめ、本研究で得られた成果を総括している。

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻 : Department of	建築学	専攻	申請学位 (専攻分野) : Academic Degree Requested	博士 Doctor of	(工学)
学生氏名 : Student's Name	唐木 研介		指導教員 (主) : Academic Supervisor(main)	村田 涼	
			指導教員 (副) : Academic Supervisor(sub)	安田 幸一	

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

This paper is entitled “Relativization of Design Methods in Passive Solar House from Trade-off Relations of Thermal and Light Environment with LCCO₂”, and consists of the following 5 chapters.

Chapter 1 “Introduction” describes the background and purpose of the research, the relation to the past researches, and the composition and outline of the paper. This paper aims to clarify the relative characteristics of passive design methods for residential buildings caused by trade-off relations between “environmental load in the construction phase and the operating phase” and “environmental load and quality” throughout the building lifecycle. For the investigation, two representative passive design methods in the temperate region which are the direct solar gain and the daylight control by horizontal louvers are selected, and their amount of LCCO₂ and indoor environment quality are discussed by the simulations of living room model with various settings of building properties.

Chapter 2 “LCCO₂ and thermal environment of living room model for passive solar house with thermal mass” focuses on the direct solar gain system, and describes the relations between LCCO₂ and thermal environment in various combinations of window size and thermal mass. As a result, the model with the smallest LCCO₂ shows stable lower temperature in thermal environment which is a trade-off relation. In addition, the wooden model with small window and the concrete model with large window show the similar character in LCCO₂ and thermal environment. It means that these models show alternatives for design regarding the balance of thermal mass and window size with proper combination of environmental load and quality.

Chapter 3 “LCCO₂ and daylight environment by sun control louvers at the window of living room model” focuses on the daylight control by horizontal louvers, and describes the relations between LCCO₂ and light environment in various compositions of louvers set by the position, the interval and material of slats, and the movability. As a result, Wood or Concrete louvers can decrease LCCO₂ with keeping a stable illuminance, because Wood louvers show the smallest environmental load unit and Concrete louvers have long durable years. In addition, Aluminum louvers show larger LCCO₂ than the model without louvers because the environmental load unit of them is the largest.

Chapter 4 “Trade-off relations in passive design considering lifecycle.” focuses on typical and alternative methods in the results of previous chapters and environmental factors of “Resident”, “Place”, “Material” and “Time”, and relativizes these passive design methods through their interactive relations. As a result, there are two interactive relations of “Transposition” and “Resolution” depending on the combinational existences of trade-off relations. Regarding the direct solar gain, the “Place” factor affects “Transposition” relations of methods in terms of environmental load and quality. Regarding the sun control louvers, the “Resident” and “Time” factors affect to resolve trade-off relations. Besides, trade-off relations between environmental load and quality are founded in every model with the smallest amount of LCCO₂.

Chapter 5 “Conclusion” summarize the results found in chapter 2 to 4.

備考 : 論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意 : 論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).