

## 審査の結果の要旨

論文提出者氏名 陳 宏

本論文は、「遺伝的アルゴリズム (GA) と対流・放射連成解析を用いた屋外温熱環境の最適設計手法の開発に関する研究」と題して、劣悪な夏季の屋外温熱環境の改善を目的とし、遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm : GA) と対流・放射連成解析を援用した屋外温熱環境に関わる様々な要因や設計目標を統合的に取り扱う最適設計手法を開発することを目的としている。更に市街地における屋外温熱環境に対して、夏季の劣悪な屋外温熱環境の緩和効果として注目されている植栽の配置や建物の配置などについて検討している。

本論文は以下のように構成されている。

第 1 章は、近年都市化の進行に伴い、都市温熱環境が悪化してきたため、都市温熱環境の緩和方策が現在の急務的な課題となることを述べ、本論文の背景と目的としている。

第 2 章は、都市の環境問題となっている「都市温暖化」や「ヒートアイランド現象」についてまとめ、屋外温熱環境最適設計に関する既往の研究について示した。

第 3 章は、本研究で利用した対流・放射連成解析に基づく屋外温熱環境評価手法の概要を説明している。また、この評価手法の有効性及び予測精度を検討するため、2 つの計算事例の概要を示す。

第 4 章及び第 5 章では、遺伝的アルゴリズム (GA) を用いた屋外温熱環境の最適設計手法の開発及び多目的遺伝的アルゴリズム (MOGA) による多目的最適化に関して述べている。

第 4 章では、本研究で開発される遺伝的アルゴリズム (GA) と放射・対流連成解析を援用した屋外温熱環境の最適設計手法と 2 段階型最適設計手法の概要を示している。ここで提案した屋外温熱環境の最適設計システムは：① 設計者による最適化問題の設定、② 放射・対流連成解析による屋外温熱環境の数値解析、③ 遺伝的アルゴリズム (GA) による屋外温熱環境の評価と最適探索の過程の制御、の 3 つの部分により構成される。この最適設計システムは、まず、①の部分において設計者により設計パラメータや最適設計目標を設定する。次に、②の部分において各解候補に対して屋外温熱環境の数値解析を行い、各解候補における風速、風向、気温、湿度、MRT などの空間分布を求める。その後、③の部分において、②の部分で求めた各最適解候補の屋外温熱環境と①の部分で設定した最適設計目標との差を評価し、設計パラメータの組み合わせを修正して、②の部分にフィードバックする。このような②と③の部分を繰り返すことにより、最適設計目標を達成する設計パラメータの組み合わせを探索することが可能となる。そこで、最適探索における計算負荷を低減するために、比較的な粗な計算で最適設計評価値の上位個体を抽出する第 1 段階探索とその上位個体群に対する詳細な解析を用いて最適個体を選ぶ第 2 段階探索に分ける 2 段階型最適設計手法を利用した。

第 5 章では、屋外温熱環境の改善方策は、環境工学分野に限らず、都市計画、建築設計、構造、

経済等の様々な分野が関連する複合的な問題である。このような多目的問題に対して、第4章で提案した屋外温熱環境最適設計手法に対して、近年非常に注目された多目的最適化という最適手法を導入する。多目的最適化は複数個の設計目標の間にトレードオフ関係が存在する場合、ただ1つの最適解ではなく、パレート最適解集合を求める。意思決定者（設計者）がパレート最適解集合の内に自らの効用を最大化（または満足）するような選好解を選択することが可能となる。本章では多目的最適化問題とパレート解の概念、および意思決定の基本である選好順序について、その概要を説明した。また、多目的最適化手法について、近年注目された多目的遺伝的アルゴリズム（MOGA）の概要についても説明した。

第6章では、第4章で提案した屋外温熱環境最適設計手法を用いて、屋外温熱環境に関わる各種要因や設計目標を統合的に取り扱う最適設計のために行った事例解析の概要を説明した。ここでは、① 樹木の最適配置、② 建物の最適配置、③ ピロティの最適配置、更に、④ 景観、温熱環境、経済など要因を含めて、樹木配置に関する多目的最適化問題、などの4つの最適化問題についてケーススタディを行い、各ケースとも、それぞれの最適設計目標に応じて、解析領域における屋外温熱環境の最適化が達成され、本研究で提案した屋外温熱環境最適設計手法の妥当性と有効性を確認した。

最後に、第7章では、本論文をまとめ、今後の屋外温熱環境最適設計手法に係わる課題を示している。

以上を要約するに、本論文は、夏季の劣悪な屋外温熱環境を改善するために、遺伝的アルゴリズム（GA）と対流・放射連成解析を用いた屋外温熱環境の最適設計手法を提案し、いくつかの屋外温熱環境の緩和方策に関する解析を行っている。この最適設計手法は屋外温熱環境に関わる各種要因や設計目標を統合的に取り扱う最適設計手法であり、それを用いて様々な屋外温熱環境の最適設計の解析結果を示し、屋外温熱環境を改善する効果に関する興味深い結果を得ている。従来の設計者の経験により屋外温熱環境の設計手法に対して、これらの研究成果は屋外温熱環境設計のための新しい設計手法であり、近年の劣悪な都市環境を緩和する方策を検討する上で重要な研究である。

よって、本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。