

論文の内容の要旨

論文題目 風環境を考慮した街区形状の最適設計手法の開発

氏 名 林 鍾衍

本研究は、高密度の市街地の風環境の改善に着目し、数値流体解析ツールの応用によって、建築設計の第1段階において利用可能使えるような建物単体や街区形状の最適化手法の開発を行うものである。建物及び街区形状を街区空間の風環境と関係付けてパラメータ化することがこの最適設計手法における核心問題であると捉え、既往のパラメータの使用性の把握および問題の究明・改善方向性の明確化・改善のための基礎データ収集を中心に検討を行った。

近年、都市の熱汚染や大気汚染に対して様々な緩和対策が提案されているが、著者はそのうち熱や汚染物質を停滞しないようにする市街地設計に注目している。特に、街区や建築物の幾何学的な形状が風環境に及ぼす影響に着目し、大気環境問題に対する建築的な解決策、いわゆる最適な形状の導出に取り組んでいる。最適化とは、探索と決定の2つの要素で構成される。ここでいう探索は無数の有効設計案が存在する探索空間で単一あるいは複数の設計案をサーチすることを、決定は意思決定者が設計案のうち、最も望ましい設計案を選択することを指している。言い換えると、最適化は、設計案を探索し、探索された設計案の性能を評価するプロセスを望ましい設計案が生成されるまで繰り返すことにより性能高い設計を求めていくことである。本研究では、設計案の性能評価の基準、いわゆる最適化の目的関数として街区の通風性能を使用し、設計変数を建物の幾何学的な形状および配置に選定した。こういった目的関数と設計変数の関係は、非連続的かつ非線形であるために古典的な最適化手法（目的関数のgradientを用いる方法）では問題解決が難しい。従って、本研究ではこのような最適化問題に適合な遺伝的アルゴリズムを最適化アルゴリズムとして選択した。ただし、目的関数を街区の通風性能にしても様々な指標が存在し、どれを選べば良いのかの問題が残っている。そこで、まずは既往の代表的な指標として「建築環境総合性能評価システム-ヒートアイランド (CASBEE-HI)」の風通しに関する採点基準を利用した。その結果、設計案群のバリエーションが非常に少ないことが分かった。これは設計過程で生まれる設計案の多様性を害するものであると考えられ、設計の初期段階において有用なツールとしては

デメリットであると判断される。また、設計案群に対するCFD解析結果からはCASBEE-HIの風通しに関する採点基準の場合は指標そのものが妥当性についても再考の余地があることも明らかにされた。

その後、最適設計案のバリエーション問題を改善する方法について検討を行った。その手段として、年間風向変化の考慮・目的関数の計算にCFD解析を導入・新たな建物表現法の提案による非定型形状に対応の3つの要素を最適化計算に組み込んだ。その結果、目的関数の計算にCFD解析を導入することが設計案のバリエーションを増加させることに効果があることを確認した。ただし、計算負荷が非常に大きくなり、設計初期段階のツールとしての使用性については再考の余地があると考えられ、ツールの使用性を考慮に入れると、CASBEE-HIの風通しに関する採点基準のような簡易指標の必要性が改めて浮き彫りになった。そこで、指標の開発にあたって、まず既往の指標の限界を明確にすることを目的とし、前述のCASBEE-HIの風通しに関する採点基準の指標としての妥当性について検討を行った。具体的には、多様な建物形状に対する風通しのパラメトリックスタディを行い、数多いデータからCASBEE-HIの風通しに関する採点基準が実際の風環境をどの程度反映しているのかについて考察を行った。CASBEE-HIの風通しに関する採点基準の構成要素として想定されているパラメータである隣棟間隔指標は、もう1つのパラメータの見付面積比との間に相互依存性の問題があり、評価指標としての有効性に関して再考の余地があることが確認された。新たな指標の開発においてパラメータの独立性問題は考慮に入れるべきものであることを分かった。

次に、実際の市街地で現わされている街区の幾何学的パラメータの空間分布を求め、パラメータの独立性問題を明らかにした。対象とした幾何学的パラメータはグロス建蔽率・高さ方向グロス建蔽率・フロントルエリアインデックス・面積加重平均建物高さ・建物高さのばらつきである。グロス建蔽率・高さ方向グロス建蔽率・フロントルエリアインデックスの場合、3つのパラメータともに街区の水平方向の規模と関係があり、相互的に強い相関が現れた。一方、街区の鉛直方向の規模、即ち、街区内の建物の平均高さとの関係のある面積加重平均建物高さ、また、建物高さのばらつきに対しては、他のパラメータとの相関係数が低い値になっていた。この計算結果に限ってみると、街区の水平方向の規模に関するパラメータのうち1つ・面積加重平均建物高さ・建物高さのばらつき、以上の3つのパラメータの組み合わせでより合理的な採点基準が作成できると考えられる。また、各パラメータの風環境への敏感度を分析するためにCFDを用いて街区形状のパラメトリックスタディを行った。これは、今後実際の都市換気状況をより精度よく反映する指標を提案するための基礎データとして活用される予定である。