

[別紙2]

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 謝 俊民

都市における夏季の熱環境は、エネルギー消費に伴う人工排熱の排出、地表面の改変などの原因により悪化を続けており、今日わが国で大きな都市問題となっている。この熱環境の問題は、わが国のみならず温帯から亜熱帯に位置する諸国で大きな問題となりつつある。この熱環境悪化の原因となっている人工排熱を制御する方法が対策として考えられているものの、その効果を定量的に把握するに至っていない。また建物におけるエネルギー消費は人間活動に伴う二酸化炭素排出の大きな部分を占めており、その削減が求められている。

本論文はこのような背景の元に行われた研究の成果をまとめたもので、”Integrated Analysis of Thermal Environment and Building Energy Use by Microclimate Simulation (微気候シミュレーションを用いた熱環境と建物のエネルギー消費の統合的解析)”と題し、英文で9章からなる。

第1章は序論であり、問題認識と研究の目的を示している。

第2章は既往の研究のまとめである。熱環境問題の基礎についてまとめる一方で、本研究の対象となる建物の空調機からの排熱についての知見を整理している。

第3章は対象地域の説明である。本研究では台北市の典型的な集合住宅地区である大安区における高層集合住宅群である「成功住宅」周辺を主たる解析の対象にした。この住宅の選定の根拠となる土地利用の状況、人工排熱の推定結果を示している。

第4章は方法である。本研究においては、建物からの人工排熱を Energy Plus のモデルで算出し、その排熱を気流モデルである Wind Perfect に入力し、そこから得られる気温分布をさらに Energy Plus に入力していくという2つのモデルのカップリングを行っている点に特徴がある。また、台北市の住宅における空調の利用について、実態調査を元にして時間帯ごとの利用者比率を入力データとして用いており、これによって実際の台北の人々の時刻別の空調機利用率を考慮している。本研究においては建物周辺大気の気温、空調機器が取り込む外気の気温、建物の熱収支のモデルに影響する近傍の気温、の3者を区別して求めている。このように空調機の運転状況とその排熱、温度変化の相互関係を統合的に捉えている点が特徴である。

第5章は現状の夜間の熱環境のシミュレーションである。台北市の住宅の場合、夜間になると空調機の利用率が高くなる。空調機が原因となって生じる周辺の気温上昇は、シミュレーションの結果最大 1.84°C であることがわかった。この温度上昇に伴う空調機器の追加的人工排熱は、このフィードバック効果を考えない場合の 10.7% に相当することを計算により明らかにしている。このように定量的にフィードバック効果を示すことの意義は大きい。

第6章は熱排出管理のためのシナリオ分析である。このような排熱を管理する手段と

して、空調機をマルチ型にして排熱部分を集約したり屋上に設置する方法、クーリングタワーにして潜熱で放出する方法を検討した。これらの対策によって低下する気温をシミュレーションにより明らかにし、クーリングタワー方式は大幅に温度上昇を緩和できることを示している。

第7章は現状の昼間の熱環境のシミュレーションである。台北市の住宅では昼間は空調器の利用率が低い、その一方で太陽熱による放射による受熱の影響が大きい。ここでは太陽放射の影響を組み込んだ気流モデルで現状の再現を行っている。

第8章は潜熱の利用による緩和シナリオ分析である。このような昼間の建物熱環境対策は空調機の排熱を中心とした夜間の対策と異なり、太陽放射による暑熱環境の緩和が重要である。とりわけ蒸発による冷却効果は有効であることが期待される。ここでは、近年技術開発が進みつつある光触媒コーティングをした壁面に水を流し水膜を形成する方法と、微細な霧噴霧による蒸発熱の除去を検討した。これらの方法は、今日都市計画的な対策として実行が検討されており、また一部実施に導入されている。これらの対策は気温低下効果もあるが、建物を冷却するため省エネルギー効果もあり、本研究ではこれらを定量的に評価している。水膜形成と霧噴霧による建物周辺の気温低下効果については、それぞれ $0.14-0.38^{\circ}\text{C}$ 、 $0.24-0.60^{\circ}\text{C}$ であった。

第9章は結論であり、結果を総括すると共に、有効な対策についての見通し、今後の研究の必要性を述べている。本研究は、今日日本でも都市問題になっている熱環境の解析とその対策を、台北市の実際の建物と空調の状況を組み込んだモデルで定量的に評価したものとして価値がある。とりわけ、建物の空調モデルと大気気流モデルを組み合わせ用いている点、可能な対策の効果を定量的に評価している点に特徴があり、従来の研究を発展させたものとして評価される。

以上、本研究において得られた成果には大きなものがある。本論文は環境工学の発展に大きく寄与するものであり、博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。