

審査の結果の要旨

氏名 陳 薇安

建築・都市分野において再生可能エネルギーの一層の導入と利用が強く求められるようになってきている。なかでも下水熱については、都市域の高い下水道普及率を背景に、その有効な利用が期待できるものの、これまでは最も下流に位置する下水処理場での利用に多くは限られていた。下水熱の利用については世界的にもまだ十分に検討されておらず、都市域に広く存在する下水熱の戦略的な利用方法に関して課題が残されている。本論文は、「**Evaluation of Sewage Heat Utilization Potential Based on Urban Sewage State Prediction Model** (都市下水状態予測モデルに基づく下水熱利用可能性の評価に関する研究)」と題して、あるエリア全体の建築群の省エネルギーを実現していくための、空調・給湯等のヒートソースとしての下水熱を最大限利用する方法について検討したもので、全7章で構成されている。各章をまとめると以下の通りとなる。

第1章では、本論文の背景と目的について述べている。

第2章では、下水管路内の下水の状態変化と空間分布を推定する下水状態予測モデルを構築している。下水管の位置、管長、管径、管勾配などの基本情報のもとで下水管の分割区間における熱平衡式を解くことで、下水の流量、流速、温度の時間変動や空間分布を算出するもので、建物排水や雨水の下水管への流入、下水管からの顕潜熱の熱損失、排水・雨水等の比熱の違いなどが考慮されたモデルである。

第3章では、第2章で構築した下水状態予測モデルの妥当性を検証している。大阪市内のあるエリアの定点における下水流速・温度の実測値を用いて、下水状態予測モデルによる計算値と比較したところ、計算値が実測値と比較的一致する傾向を示していることを確認している。

第4章では、建物側の下水熱利用システムモデルを構築している。このモデルは主に、建物と下水管の間に設けられた熱交換器と空調・給湯を賄うヒートポンプから構成されるもので、下水熱利用による建物のエネルギー削減量を算出するとともに、熱交換器の下水側出口温度が下流の下水状態に与える影響も考慮できるようにしたものである。

第5章では、第2章と第4章で構築したモデルを統合し、前出の大阪市内のエリアにその統合モデルを適用することにより、下水熱利用可能量に関する基

本的な検討を行っている。ここでは、下水熱利用によって最大 10%程度の省エネルギーが見込めること、上流域の過剰な下水熱利用は下流域に影響を与えるため、下水熱利用可能量が必ずしも下水熱利用の導入率に比例するものではないことなどを明らかにしている。

第 6 章では、より現実的な状況を想定したケーススタディを実施し、下水熱利用を導入する建物の用途や規模、その建物が下水管の上流側に立地しているか、下流側に立地しているかなどによって、エリア内の下水熱利用可能量が変化することを定量的に示している。エリア全体の下水熱利用可能量を最大化していくには、単純な導入率ではなく、どのような用途のどの場所にある建物に導入していけばよいかを検討する必要があることを考察している。

第 7 章では、本論文で得られた知見と今後の課題をまとめ、総括としている。

以上、要するに、本論文は、下水熱利用によるエリア全体の建築群の省エネルギーに関して、下水管路内の下水の状態変化と空間分布を推定する下水状態予測モデルと建物側の下水熱利用システムモデルを構築・統合し、下水熱利用による建物のエネルギー削減量を算出するとともに、下水熱利用が下流の下水状態に与える影響も考慮できるようにすることによって、下水熱利用可能量を下水熱利用の導入率、導入建物の用途や規模、上下流の位置関係といった様々な観点から最大化するための考え方を提示したものであって、建築設備工学に寄与するところが大きい。

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。