

審査の結果の要旨

氏名 南 有鎮

本論文は「地中熱・地下水利用空調システムにおける最適利用手法およびポテンシャル把握法に関する研究」と題して、地中熱総合利用（地中熱・地下水）空調システムの最適設計・運転手法の確立を目指し、実用レベルの最適利用手法と導入可能性に関する検討を行った。地中熱利用において最適利用手法を提案し、地中採熱量・土壌温度予測のための数値シミュレーションおよび実物件への適用検討を行い、地下水利用空調システムにおいて実証実験および数値シミュレーション、フィージビリティの検討を行った。さらに、地中熱最適利用のため、従来の空気熱源方式と併用する空水冷ヒートポンプシステムの開発を行い、実大実験装置を用いた冷暖房性能実験、並びに、最適運転手法の検討を実施した。最後に、本システムの更なる普及のため、基本計画段階で導入検討の判断資料となる地中熱・地下水利用ポテンシャルの把握手法を提案し、そのケーススタディとして東京都 23 区におけるポテンシャルの巨視的評価を行った。

本論文の構成は以下の通りである。

序章と第 1 章では、地中熱・地下水利用空調システムの現状および研究背景、そして本論文の研究目的について述べた。

第 2 章では、地中熱・地下水利用空調システムの最適設計に必要な地中採熱量を精度良く予測するための解析手法について説明した。また、地中採熱量予測数値シミュレーションのパラメータになる土壌の熱物性値を把握するため、建物基礎設計のため行われる通常の地盤調査データから数値解析に必要な土壌の熱物性値を推定する手法を提案した。さらに、開発した数値解析手法および土壌熱物性値推定手法はフィールド実験結果との比較検討により、その妥当性が確認できた。

第 3 章では、地中採・放熱量予測モデルを用い、土壌・地下水条件が地中温度、採・放熱量および熱交換器内循環水温度に与える影響について定量的な評価を行った。その結果、土壌の熱伝導率が高いほどより有利な熱源水（冷房時低温、暖房時

高温)が得られる(最大13%の差)ことが分かった。また地下水流れを有する条件では地下水流無しの条件に比べ、約50%以上の採・放熱量増加が得られることが確認できた。

第4章では、東京都内で地中熱利用を検討する実建物を対象にして地中熱・地下水移動シミュレーションツールを用いた解析を行った。その結果、各ケースにおける地中採・放熱量および地中温度変化の予測ができた。

第5章では地下水利用空調システムの性能検討のため、実大実験装置を用いた冷暖房実験を行った。実験結果により、少揚水量・大温度差の運転がシステムCOP向上に直結することが分かった。また、導入による周辺地下環境への影響予測のため、地下水・地中熱移動シミュレーション手法を用いた数値解析を行い、実験結果との比較検証により妥当性を確認した。

第6章では地下水利用空調システムの導入可能性の検討のため、建物負荷モデルを用いた冷暖房負荷計算と共に導入・運転コストによる単純回収年数の算出を行った。その結果により、冷暖房負荷のバランスのある地域での導入が有効であることが分かった。

第7章では、地中熱最適利用およびヒートポンプシステムの更なる高効率化のため、空気と地下水を熱源とし温度条件によって有利な熱源を利用する地下水循環型空水冷ヒートポンプシステムについて述べた。

第8章では、地中熱・地下水利用空調システムのためのポテンシャル把握手法について概要およびその手法を利用した東京23区のポテンシャル検討について述べた。また東京23区を対象にした地中熱利用ポテンシャルでは、地中熱空調システムと地下水利用空調システムの2種類のシステムに対しそれぞれの導入可能性を検討した。

第9章において本論文の総括を示し、併せて今後の研究課題を示して結論とした。

以上を総括するに、本論文では地中熱・地下水利用空調システムの実用化および普及のため、第一に地中採熱量予測モデルを開発し、第二に予測モデルを用いたケーススタディおよび実証実験により、最適利用手法を確立した。また更なる普及のためのポテンシャル把握法の提案を示している。現状のシステムの課題に対し工学の見地から実用レベルの対策を提示し、シミュレーションモデルおよび実大実験により検証した点が評価に値する。

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。