

氏 名	なかむら まこと 中 村 慎
学位(専攻分野)	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	工 博 第 2196 号
学位授与の日付	平 成 14 年 11 月 25 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	工 学 研 究 科 生 活 空 間 学 専 攻
学 位 論 文 題 目	都市部への適用を可能とする帯水層蓄熱システムの設計法に関する研究

論文調査委員 (主 査) 教 授 鉾 井 修 一 教 授 吉 田 治 典 教 授 大 西 有 三

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、日本の都市部への地下帯水層蓄熱技術の実用化を目的として、都市の特徴を踏まえたシステムの提案を行い、その設計法について検討した結果をまとめたものであって、7章からなっている。

第1章では、本研究の背景として地下帯水層蓄熱システムの概要、海外および国内の導入事例と研究開発状況を示し、これらから本研究の対象となる技術課題を以下のように整理した。

- (1)都市部において計画能力を実現する地下帯水層蓄熱システムの提案
- (2)技術的データの積み上げによる実現性の証明
- (3)経済性など成立性の評価
- (4)設計法としての取りまとめ

これに基づき、本研究の目的と論文の位置付けおよびその概要について述べた。

第2章では、第1章の問題提起を受けて課題(1)に対する解を示した。具体的には、日本全国の地下水揚水規制地域の現状を示すとともに、適地選定の指標である透水量係数から、日本の7つの主要都市（東京、大阪、札幌、仙台、名古屋、広島、福岡）の適地度を示した上で、都市部に展開される要件を整理し、それに見合うシステムとして止水壁を利用した地下帯水層蓄熱システムを提案した。本方式の特長は、従来仮設工事用に利用してきた止水壁およびディープウェルを有効利用することによる経済的な負担の軽減、高い蓄熱効率の確保、地下水流という不確定要素の排除が可能な点にある。

第3章では、課題(2)のなかの基本性能に対する解を示した。具体的には、都市型帯水層蓄熱システムの基本性能を明らかにするため、まず実地において蓄熱実験を行い短期蓄熱性能を示した。また、蓄熱実験の結果に基づいて地盤熱水分移動シミュレーション・コードを作成し、パラメータ・スタディにより地盤の各特性値が蓄熱効果に及ぼす影響について考察した。さらに、提案システムにおける止水壁の役割を明確にするために、シミュレーション・コードにより地下水流をパラメータとする解析を行った。また、汎用的なデータベース作成のために必要となる実験室での模型実験を試行し、蓄熱実験結果に基づき模型実験の位置付けと留意事項を明らかにした。

第4章では、課題(2)の中の地盤調査法に対する解を示した。具体的には、帯水層蓄熱の成立性を検討する上で必要となる地盤の特性値として、揚水量、還元量、地盤の熱物性値、地下水流向・流速、地下水水質を挙げ、これらの調査法のつながりを示す調査フローを作成し、各段階において必要となる調査法を提案した。また、フィールドにおいて得たデータに基づいて、その調査法の信頼性について考察した。

第5章では、課題(3)に対する解を示した。具体的には、提案する都市型地下帯水層システムに関して、GAを用いて予め計画時に最適運用スケジュールを決定する方法を提案し、最適運用時の省エネルギー効果と経済性を示した。

第6章では、課題(4)に対する解として、都市部に適用する帯水層蓄熱システムの設計法に関して初期計画段階から、システム採用可否の決定方法、施工・運用時の留意事項まで、一連の必要項目を時系列に沿って整理した。

第7章では、第1章から第6章までの結果を総括し、将来展望を述べた。

以上、本論文は、都市部への適用を目的とした地下帯水層蓄熱システムに関して、普及を阻んでいる課題を明確にし、それらに対する解を見出し、その結果に基づいた新しいシステムの提案とそれに関する一連の設計法を構築したものである。

論文審査の結果の要旨

本論文は、省エネルギー技術として認知されながらも日本において適用例の少ない地下帯水層蓄熱技術の実用化を目的として、都市の地下にある帯水層を効率良く利用するためのシステムを提案し、実験とシミュレーションによって本システムの長所と実行可能性を示すとともに、システムの評価方法および設計法に関する研究結果をまとめたものであり、得られた主な成果は次のとおりである。

1. 日本の都市部への適用を目的として、新しい地下帯水層蓄熱システムを提案した。本システムは、止水壁の利用により複雑で推定の難しい地下水流を遮蔽し、長期安定性の確保と熱汚染の最小化を可能とするものである。
2. 実地実験において、日サイクルの熱回収率が80%以上という結果を得た。これは東京都心部でシステムのトラブルも無く行われた初めての実験である。
3. 各種地盤調査法を幅広く検討し、設計時に適した地盤調査法を提案するとともに、その妥当性を実地の調査データとの比較により検証した。これにより、これまでは経験により決められることの多かった運用時の揚水量などに関して、その決定方法を定量化し設計根拠を明確にした。
4. 提案するシステムの省エネルギー性と経済性を評価し、そのフィージビリティを示した。運用の最適化に着目し、遺伝的アルゴリズム（GA）を用いて最適運用方法を探索する手法を提案するとともに、具体性の高い経済性評価を行った。
5. 以上の結果に基づき、設計フローおよび設計の各段階における実施項目と留意点を明らかにし、提案システムの設計法を構築した。

以上、本論文は、都市部への地下帯水層蓄熱システムの普及を目的として、都市の特徴を踏まえたシステムの提案を行いその設計法を構築したものであり、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。また、平成14年9月24日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。