

氏名（本籍）	RANDA PERMANDA（インドネシア共和国）
学位の種類	博士（工学）
学位授与番号	甲第642号
学位授与日付	令和5年3月25日
専攻	工学専攻
学位論文題目	Numerical simulation on thermal impact of open-loop geothermal heat pump system in the alluvial fan of the Nagara River, Gifu City, Japan （岐阜市長良川扇状地におけるオープンループ方式地中熱利用の熱的影響に関する数値シミュレーション）
学位論文審査委員	（主査）教授 神谷 浩二 （副査）教授 小嶋 智 教授 大谷 具幸

### 論文内容の要旨

扇状地では、地下温度が帯水層内で季節変化するとともに地下水流速が速いことから、オープンループ方式地中熱利用システムの設置に適している。一方で、このような環境のもとで本システムを利用することに伴う環境影響に関する検討はこれまでに行われていない。そこで、岐阜市長良川扇状地を対象としてオープンループ方式地中熱利用システムの利用における帯水層への熱的影響を数値シミュレーションにより評価した。

長良川扇状地のうち、地下水流速が速く自然の地下水温度変化が生じている地域に地域モデル1、地下水流速が遅く地下水温度変化が小さい地域に地域モデル2を設定した。これらを対象として、地下水流動・熱輸送シミュレータであるFEFLOWを用いて3次元シミュレーションを行い、揚水井1本、還元井1本からなるシステムをモデル上に構築して、各種条件における計算を行った。その結果、地域モデル1では熱的影響が小さいのに対して、地域モデル2では大きくなった。前者では、単位時間あたりの地下水揚水・還元量と還元温度を大きくしても、熱的影響は小さく、通常のオープンループシステムの利用に適している。後者では、暖房・冷房運転終了の90日後であっても450m下流側で地下温度の変化が認められ、地域内における季節間の蓄熱利用が期待される。

### 論文審査結果の要旨

神谷浩二・小嶋智・大谷具幸の3名で構成する学位論文審査委員会は、本学位論文の内容を慎重に審査した。その結果、新規性・有用性が高くかつ独創的な内容を有しており、学位論文として十分に完成されたものであることを確認した。本学位論文の基礎となる学術論文として、査読付き論文2編（いずれも申請者が筆頭著者）が提出されている。それらを精査した結果、提出された論文は申請者によって書かれていること、および、工学専攻の課程博士（甲）に必要な「学術誌に2編以上」の基準を満たしていることを確認した。以上を踏まえて審議した結果、審査委員会は、論文審査の結果を合格と判定した。

### 最終試験結果の要旨

令和5年1月30日に最終試験（公聴会）を開催した。申請者は、本論文の背景・目的・方法・成果・今後の課題などに関する内容を簡潔にわかりやすく説明し、質疑応答に適切に対応し、博士の学位に相応しい能力を有していることを確認した。以上を踏まえて審議した結果、審査委員会は、最終試験

の結果を合格と判定した。

---

発表論文（論文名，著者，掲載誌名，巻号，ページ）

1. Environmental Impact of Open-Loop Geothermal Heat Pumps System on the Nagara River Alluvial Fan in Gifu City, Central Japan.  
*Proceedings World Geothermal Congress 2020+1*, 2021  
Permanda, R. and Ohtani, T.  
Summarized in Chapter 3
  
  2. Thermal Impct by Open-Loop Geothermal Heat Pump Systems in Two Different Local Underground Conditions on the Alluvial Fan of the Nagara River, Gifu City, Central Japan.  
*Energies*, Vol.15, 2022  
DOI: <https://doi.org/10.22146/jcef.53387>  
Permanda, R. and Ohtani, T.  
Summarized in Chapter 3
- (2) 参考論文 Other Publications  
None