

日本—欧州 国際共同研究「超空間制御による機能材料」 2021 年度 年次報告書	
研究課題名（和文）	相変化材料を使用した蓄熱機能を有するセメント系複合多孔体建設材料の開発
研究課題名（英文）	Functional Porous cementitious nanocomposites for heat storage in buildings using Phase Change Materials
日本側研究代表者氏名	石田 哲也
所属・役職	東京大学 大学院工学系研究科・教授
研究期間	2019年 4月 1日 ~ 2023年 3月 31日

1. 日本側の研究実施体制

氏名	所属機関・部局・役職	役割
石田 哲也	東京大学・大学院工学系研究科・教授	メソスケールシミュレーションモデル構築の統括
高橋 佑弥	東京大学・大学院工学系研究科・准教授	メソスケールシミュレーションにおける PCM 材料の挙動モデルの構築
土谷 浩一	物質・材料研究機構・若手国際研究センター・センター長	PCM 複合材料の組織解析の総括
土井 康太郎	物質・材料研究機構・構造材料研究拠点・独立研究者	PCM 複合材料のラマン解析
スレスタ ロッククマール	物質・材料研究機構・国際ナノアーキテクトニクス研究拠点 (MANA)・主幹研究員	PCM 複合材料の空隙分布解析
今本 啓一	東京理科大学・工学部建築学科・教授	PCM 複合材料の耐久性と寿命評価
清原 千鶴	東京理科大学・工学部建築学科・講師	PCM 複合材料の物質移動抵抗性評価

2. 日本側研究チームの研究目標及び計画概要

本年度は、これまでに手法検討を行ってきた解析モデル、物性評価手法、性能検査手法を用いた PoroPCM の性能評価を実施し、材料作成にフィードバックする。欧州から提供される試料ならびに日本側で作製する試料の分析により、PoroPCM 材料内の反応過程ならびに微視的構造を明らかにするとともに、物質移動性状等の耐久性能を評価する。力学挙動ならびに物質移動性状に関する解析モデルの検証を実施し、PoroPCM 材料の挙動解析評価手法を確立する。実物大試験体の作成に向けて、現状の設計の課題を抽出し、設計へフィードバックする。

3. 日本側研究チームの実施概要

欧州提供の PoroPCM 試料と日本側で作製した PoroPCM 試料の 3 次元 X 線顕微鏡観察をそれぞれ実施し、得られた空気泡分布の比較を行った。図 1 に示すように、欧州側の試料の方が空気泡のサイズが小さく均一であった。

このような結果を受け、日本側で行っている親水基を持つ PCM を用いた PoroPCM 材料の作製方法の改良を行った。産業用気泡の作製にも用いられている発泡筒を用いることで、より気泡分散性の高い気泡コンクリートを作製することを可能とし、より体積安定性が高く、気泡量の多い PoroPCM を作製することが可能となった。

より気泡分散性の高い PoroPCM を用いて蓄熱性能試験を実施したところ、前年度までの日本側作製 PoroPCM よりも高い蓄熱性能をもつことが示された（図 2）。より幅広い温度帯で生じる相変化反応は、前年度までの空間的ばらつきを考慮するパラメータでは再現ができないため、3次元の空気泡分布ならびに連結性の評価結果に基づいたモデル修正が必要であることがわかった。また気泡量が多い場合に性能が低下してしまう課題も示されたため、気泡量と性能を両立する試料作製方法も今後検討する必要がある。

併せて、PoroPCM の耐久性評価に向けて PCM を含有した異なる含水率セメント硬化体試料を対象として、温度変化試験ならびに透気試験を実施した。含水率が高い試験体、また PCM を含有した試験体で透気係数が小さい結果が得られており、採用した手法により耐久性評価が適切に行える可能性が示された。

2022 年 2 月には、スペインサンセバスチャンとオンラインのハイブリッド形式にて、欧州側と共同で蓄熱性セメント系建設材料に関するワークショップを主催し、関連する研究内容も含めた活発な意見交換を行った。

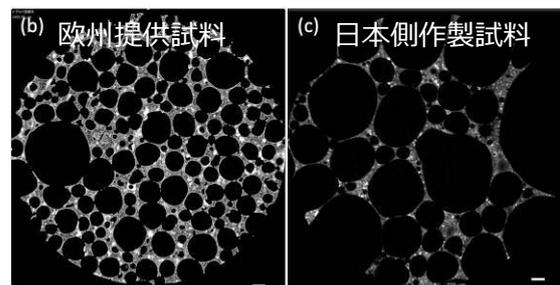


図 1 3次元 X 線 CT による気泡分布比較

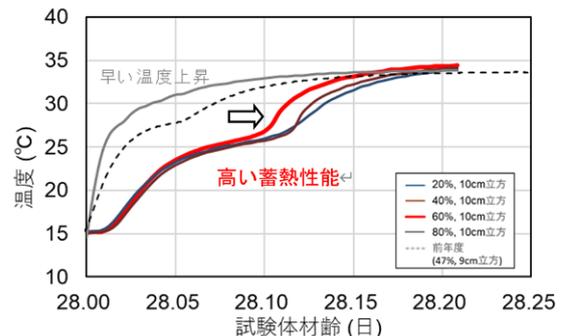


図 2 異なる気泡量の蓄熱性能試験結果