

日本—欧州 国際共同研究「超空間制御による機能材料」 2020 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・講師	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・独立研究員	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・嘱託助教	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、前年度に構築した解析モデル、有用性が示された物性評価実験手法、手法の選定を行った非破壊性能検査手法を用いて、新材料である PoroPCM の性能を評価する。欧州から提供され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、物質移動性状といった耐久性能を評価する。蓄熱性能、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行い、PoroPCM 材料の試験体レベルの挙動を評価する手法を確立する。

3. 日本側研究チームの実施概要

日本側チームにて気泡コンクリート作製環境を整え、気泡量や気泡作製圧力に関する試行錯誤を重ねることで、日本側でも安定的な PoroPCM 材料を作製し、各種性能評価に用いることが可能となった。

欧州から提供された PCM（ポリマー相変化材料）を用いて作製した PoroPCM 試験体を用いて蓄熱性能評価実験を実施し、前年度に作成した PCM の熱力学挙動モデルの検証を行った。異なる気泡量を設定した PoroPCM 試験体の実験結果より、気泡が増大するほど PCM の相変化による温度上昇停滞が曖昧になる様子が捉えられ、ポーラス材料であることに起因した熱伝達のばらつきと相変化の遅れにより、解析結果と乖離することが示された。この現象を潜熱式における相変化材料の未反応割合モデルを変化させることで簡易的に考慮し、実験結果を再現することに成功した(図 1)。来年度以降、微視的空間における熱伝達の空間内のばらつきと相変化の時間依存性を考慮したモデルを提案し、検証を重ねる予定である。

また、作製した PoroPCM の X 線顕微鏡による三次元観察を実施した。気泡を隔てる C-S-H 相が非常に薄く、2つの気泡が繋がっている箇所も見られる様子や、PCM のマイクロカプセルが C-S-H 相の壁面内に内包されている様子が明瞭に捉えられた(図 2)。得られた画像データから気泡のサイズ分布を抽出したが、マイクロカプセルと気泡の分離が難しく、定量評価に課題があることが明らかとなった。今後、機械学習を活用した各相の分離と定量評価手法の確立に取り組む。

加えて、欧州から提供される PCM のみならず、日本国内で製造されている PCM 材料の有効性の検討を行った。良好な潜熱・蓄熱効果を有していることが実験的に確認されたため、本材料を用いた試験体作成と物性評価を進める。

COVID-19 の影響を受け、欧州側との合意の上、研究全体工程を変更し、2020 年度実施予定の研究を 2021 年度に実施することとなった。当初 2020 年度に予定していた実施項目のうち、力学挙動ならびに物質移動性状に関する評価実験と解析的検討は、工程変更の通りに 2021 年度に実施する予定である。

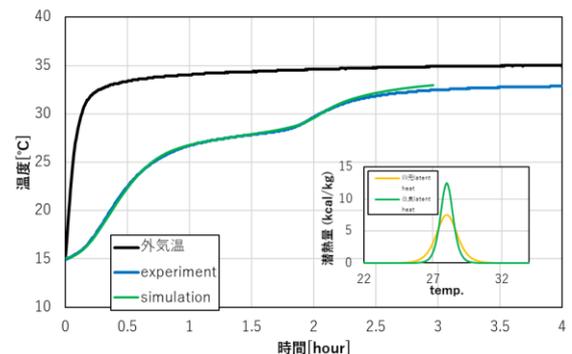


図 1 蓄熱性能に関する実験と解析

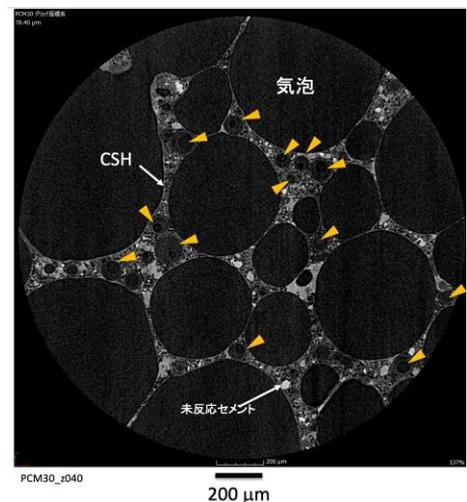


図 2 X 線顕微鏡で得られた断面像