

京都大学	博士 (工学)	氏名	山本秀哉
論文題目	ゲッターを含むグラスファイバーを芯材とした真空断熱材の建築環境下における長期性能予測に関する研究		
<p>本論文は、ゲッター（ガス吸着剤）を含むグラスファイバーを芯材とした真空断熱材の建築環境下における長期性能予測手法について研究を行ったものである。</p> <p>第1章では、真空断熱材の材料開発の背景や建築用途への展開、長期性能予測に関する既往研究を整理し、グラスファイバーを芯材とする真空断熱材を建築環境下で用いる為の課題をまとめた。</p> <p>第2章では、グラスファイバーを芯材とする真空断熱材の被覆材料のフィルムの乾燥空気の透過メカニズム、透過乾燥空気の吸着材であるゲッター材の乾燥空気の吸脱着メカニズム、透過水蒸気の吸着材であるデシカントの水蒸気の完全な吸着を考慮し、真空断熱材の内圧変化から熱伝導率変化を予測する長期性能予測モデルを提案した。このモデルでは、ゲッター材の非吸着ガスを吸着ガスの等温吸着線に加算する事で、混合気体環境下での圧力変化を単一気体の圧力変化として取り扱うことを可能にした。一定かつ一様な環境下における実験室実験による結果を本モデルによる計算結果と比較し、その妥当性を確認した。</p> <p>第3章では、一定かつ一様な環境下におけるフィルムの水蒸気の透過メカニズムについて、グラスファイバーを芯材とする真空断熱材に特徴的なフィルム構成と、水蒸気を吸着するデシカントの飽和過程を考慮し、乾燥空気と水蒸気の透過による熱伝導率変化の予測モデルを提案し、その妥当性を確認した。また、これまで明らかにならなかった蒸着フィルムの水蒸気透過率の温湿度依存性を明らかにした。さらに、透過した水蒸気の真空断熱材内部の材料への吸着を考慮して、フィルムの水蒸気透過率を短期間で測定する手法の提案を行い、重量変化より推定する差圧環境下での水蒸気透過率の測定方法で得られる結果と比較し、妥当性を確認した。</p> <p>第4章では、建築環境下にグラスファイバーを芯材とする真空断熱材を施工し、周囲の温湿度環境を測定した。現場での熱伝導率変化を、真空断熱材内部に封入した小型圧力センサーと非接触給電を用いて測定する方法を提案し、定期的な内圧測定結果と熱伝導率測定結果を比較して妥当性を確認した。第2章で提案した真空断熱材の長期性能を予測するモデルを用いて、真空断熱材の表裏が非一様で変動する建築環境下における乾燥空気の透過と吸脱着過程を計算した上で、内圧及び熱伝導率変化の計算を行い、実測値と比較する事で妥当性を確認した。</p> <p>第5章では、前章までに提案した長期性能予測モデルを用いて、住宅の外壁に真空断熱材を使用する事を想定して数値計算による長期性能予測を行った。気候帯と方位に応じた真空断熱材の施工の向き、ゲッター材及びデシカントの搭載量について検討し、実環境で長期的に用いる為の真空断熱材の構成について提案を行った。</p> <p>第6章では、これまで得られた結論を総括し、今後の課題と展望についてまとめた。</p>			

氏名	山本秀哉
----	------

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、ゲッター（ガス吸着剤）を含むグラスファイバーを芯材とした真空断熱材の建築環境下における長期性能予測手法について研究を行ったものである。得られた主な成果を以下に示す。

1. グラスファイバーを芯材とする真空断熱材の被覆材料のフィルムの乾燥空気の透過メカニズム、透過した乾燥空気の吸着材であるゲッター材の乾燥空気の吸脱着メカニズム、透過した水蒸気の吸着材であるデシカントの水蒸気の完全な吸着を考慮し、真空断熱材の内圧変化から熱伝導率変化を予測する長期性能予測モデルを提案した。一定かつ一様な環境下における本モデルによる計算結果を実験室実験による結果と比較し、妥当性を確認した。さらに、本モデルを用いて真空断熱材の表裏が非一様で変動する建築環境下における乾燥空気の透過と吸脱着過程の計算から内圧及び熱伝導率変化の計算を行い、建築環境下に施工された真空断熱材の実測値と比較する事で妥当性を確認した。
2. 被覆材料のフィルムの水蒸気の透過メカニズムについて、グラスファイバーを芯材とする真空断熱材に特徴的なフィルム構成と、水蒸気を吸着するデシカントの飽和過程を考慮し、乾燥空気と水蒸気の透過による熱伝導率変化の予測モデルを提案し、その妥当性を確認した。また、これまで明らかにならなかった蒸着フィルムの水蒸気透過の温湿度依存性を明らかにした。
3. 透過した水蒸気の真空断熱材内部の材料への吸着を考慮して、フィルムの水蒸気透過率を短期間で測定する手法の提案を行い、重量変化より推定する差圧環境下での水蒸気透過率の測定方法で得られる結果と比較し、妥当性を確認した。
4. 建築環境下にグラスファイバーを芯材とする真空断熱材を施工し、現場での熱伝導率変化の長期的な測定を目的として真空断熱材内部に封入した小型圧力センサーと非接触給電を用いて測定する方法を提案し、定期的な内圧測定結果と熱伝導率測定結果を比較して妥当性を確認した。
5. 本研究で提案した長期性能予測モデルを用いて、住宅の外壁内側に施工された真空断熱材を想定して、外壁面に当たる日射を考慮し、気候帯と方位に応じた真空断熱材の施工の向き、ゲッター材及びデシカントの搭載量について検討し、実環境で長期的に用いる為の真空断熱材の構成について提案を行った。

以上のように、本論文は学術上、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あるものと認める。また、令和4年2月17日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行って、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。