

審査の結果の要旨

氏名 李 時桓

本論文は、「戸建住宅における断熱性能診断及び断熱改修の実用化に関する研究」と題して既存住宅における簡易的な標準断熱性能診断法の開発及び既存住宅の断熱改修を迅速かつ簡易に実施する技術開発を行い、断熱・気密レベルの低い住宅における断熱改修促進、暖房エネルギーの削減による家庭部門のエネルギー消費量削減を目的とし、既存住宅の省エネルギー化に対する解決対策を「断熱性能診断法の標準化」と「断熱改修の実用化」に分けて論じたものである。

論文では、最初に研究背景を説明している。近年、地球温暖化防止に向けた CO₂ 排出量の削減や石油エネルギーからの転換といった世界規模の緊急課題を受け、日本国内でも戸建住宅の長期使用や省エネ化が最重要課題となっている。特に、既存住宅におけるこれら性能向上を目的とした改修促進は急務であるにもかかわらず、現状では省エネに関する改修工事は既存住宅ストックの約 0.024 % にすぎない。既存住宅における断熱改修の促進や長期断熱性能の維持向上には、断熱改修を迅速かつ簡易に実施する技術の開発並びに、現場で簡易に実施可能な標準的な断熱性能診断法の確立が急務であることを、現在入手可能な各種の統計データに基づき、具体的に述べている。

以上の研究背景から、研究の第 1 段階である「断熱性能診断法の標準化」に対し、本論文は、断熱改修の前段階としての現場での断熱診断手法について実証的な検討を行っている。具体的には、既存の断熱性能診断法のリファインメントとともに、使い勝手の良いマニュアルなどを整備するための必要事項を検討している。標準となる簡易な診断技術の実用化により、断熱改修の促進及び悪徳・質リフォームの排除に、大きな効果を期待している。本論文では、精力的な文献調査により、住宅の断熱性能は施工された断熱材の使用年数が影響要素として大きく関係していることを明らかにしており、断熱材の性能を長期間にわたって検討する必要があることを確認している。本論文は、既存住宅の断熱性能を正しく把握するために、現場用の断熱性能評価方法として、部位全体の断熱性能が測定でき、かつ外気に接する室内壁面の温度分布を居住者にビジュアルに示すことが可能な「赤外線カメラに

よる熱画像法」の信頼性を向上させるための系統的な研究を行っている。そのため、実際住宅を対象とした実測及び数値シミュレーションによる様々な条件下での検討により、測定信頼性を確保するための必要な検討事項を抽出し、その評価を可能とするデータを採取し、測定法の信頼性をきめ細かく評価している。こ採取されたデータは、これまで既往の研究で検討されてきたデータに比べ、極めて多角的に検討・採取されており、データ自身が類似の研究を進展させるためにも、極めて貴重なものとなっている。

研究の第2段階である「断熱改修の実用化」に対し、本論文は、室内・外の温度差から生じる熱輸送を逆方向の移流によって妨げることにより熱損失を低減する技術であるダイナミックインシュレーション原理を用いて、断熱・気密性能が脆弱な住宅の開口部窓サッシ部を換気口として活用させつつ熱損失を低減する新たな断熱改修方式を提案している。ダイナミックインシュレーション原理を用いて外壁を断熱する技術は、欧米において適用例は少ないものの実用されているものの、日本の住宅に適用された例は殆んどない。また本論文で論じられている、この原理を住宅の開口部に適用する技術は、世界初の新たな技術であり、その新規性・先駆性は極めて高い。更に本論文で論じられているダイナミックインシュレーション開口の技術は、住宅の断熱性能向上のみならず、シックハウス対策としての室内空気質向上とも整合性が高く、その革新性は極めて高い。本論文では、提案している断熱改修の実用性を検討するため、数値シミュレーションの有用性を確認した上で、数値シミュレーションにより、様々な条件下での断熱性能・結露発生の有無を検討し、住宅への適用可能性を検討している。また、日本の標準住宅モデルを用い、年間エネルギー使用量の解析（日本の地域別、換気システム別）を行い、その省エネルギー性を具体的に明らかにしている。更には、改修技術の詳細設計案の作成及び試作品の製作を行い、実際住宅への適用のステップを踏んだ実用化研究にも着手している。これにより、その省エネルギー性能のみならず、設計上及び実用上の問題点も提示している。この様な、多角的な検討により、ダイナミックインシュレーション原理を用いた断熱改修技術は、その工学的有効性、社会的有効性が確認されている。

以上、本論文は既存住宅の省エネルギー化を促進するための簡易で標準となり得る断熱診断の開発並びに改修技術の実用化に関して極めて顕著な成果をあげている。よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。