

本論文は、木造の繊維系充填断熱壁体における熱湿気性状と潜熱冷房負荷について研究したものである。近年は非寒冷地の住宅であっても、居住性の確保と省エネルギーの観点から十分な断熱をすることが常識となっており、国の省エネルギー基準の抜本的改定などもあって、住宅の断熱化は急速に進んでいくものと考えられる。しかし、非寒冷地や温暖地における断熱化の技術は決して確立されているわけではない。壁体断熱の技術は、日本では北海道などの寒冷地において冬の寒さに対処するために進化・発展を遂げたものである。したがって、繊維系断熱壁体の内部結露に対しては室内側の防湿気密層で防止するという方針が採用されている。であるが、この方針は、非寒冷地においても妥当性や最適性が検証されているわけではない。この理由は、もちろん非寒冷地においては断熱化の必要性がなかなか認識されず、技術開発や研究への着手が遅れたためにすぎない。そのため、セルロースファイバーのような開発研究が進んだ部門においては、防湿気密層を除去した仕様が開発されるなどしているのが現状である。

上記のような現状を鑑み、本研究では、最終的なゴールを、非寒冷地における繊維系断熱壁体の設計法の構築に設定した。本研究はこのための第一歩であり、現場実測の結果を踏まえながら、実験室実験と熱湿気同時移動シミュレーションを駆使して繊維系充填断熱壁体における熱湿気性状と潜熱冷房負荷を明らかにした。また、透湿壁体（壁体中に防湿層がなく、湿気を比較的多く透過する壁体）の潜熱冷房負荷への影響を解析したり、さらには壁体設計に関するチャートを試作した。研究の最大の眼目は、透湿壁体の温湿度性状を把握し、結露や潜熱冷房負荷の増大などの透湿によるマイナス面が過大にならない気候条件等を明示することにある。以下、章ごとに本研究の概要を示す。

第1章では、既往の研究についてレビューを行い、本研究の位置付けを示した。第2章では、東京近郊の枠組壁工法の寒冷地型防湿壁体において壁体内部の温湿度性状に関する現場実測を行い、結果をまとめた。その結果、冬季においては相対湿度は平均で40%以下であり、防露性に関する問題は全くみられないこと、また、夏季においては発生頻度は低いが日中に壁体表面温度が露点より低くなる場合があることを確認した。第3章では、多孔質の建築壁体における熱水分同時移動モデルの一般式についてレビューを行い、本研究で用いる基礎式とシミュレーション解析の方法を示した。第4章は、透湿性断熱壁体について夏季を想定した実験室実験と数値解析を示したものであり、本論文の中核をなすものである。実験や解析の結果、断熱材の室内側相対湿度は50~70%であり、日中高湿度にはならないことが明らかになった。また、吸放湿性断熱材(セルロースファイバー)は壁体の急激な湿度変動を緩和する効果があり、その効果は吸湿過程でより顕著であることが分かった。なお、数値解析の結果は、壁体内部の温湿度及び透湿量において実験値とよく一致し、予測計算手法として概ね有効であることを確認した。第5章では、第4章の実験で使用した6種類の透湿壁体モデルと、各モデルに防湿層を加えた防湿壁体モデルを対象に数値解析を行い、各々の壁体が潜熱冷房負荷に与える影響について検討した。その結果、換気が無い場合、室内の潜熱発生量を除けば、透湿壁体の潜熱負荷は防湿壁体に比べて最大2倍程度であることが分かった。しかし、この透湿潜熱負荷(正味量)は換気潜熱負荷の10%程度である。第6章においては、第4章と第5章の研究成果に基づき木造住宅の防露設計を構築するための考察を行った。そのために、壁体構成材の湿気物性値と壁体内部の湿度・含水率・水分流との関係を把握できるチャートを作成し、これらのチャートが防露設計における資料として有効であることを示すことができた。第7章は、第1章から第6章までの研究成果をまとめ、総括するとともに、今後の課題を整理したものである。

以上のように、本研究は、木造住宅の防露設計に応用することを目的として、実測・実験及び数値解析に基づき、繊維系充填断熱壁体における熱・湿気性状と潜熱冷房負荷への影響を明らかにし、透湿壁体の可能性も示したものであり、建築環境工学の発展に大いに寄与すると考えられる。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。