

論文の内容の要旨

論文題目 温暖地の木造住宅における繊維系充填断熱壁体の
熱湿気性状と防露設計に関する研究

氏名 金 榮卓

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、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。

平成 11 年度に告示された次世代省エネルギー基準は「京都議定書」(1997 年の COP3 (地球温暖化防止条約の第 3 回締約国際会議において各国が同意した CO₂ の削減目標値) を実現化するための国内対策の一つとして位置づけられている。この基準では、木造壁体における内部結露対策についても従来の基準より厳格な対処を求めており、防湿設計上の基本原則は冬季の内部結露を防止することを主眼に構成されている。たとえば、繊維系の断熱材を用いる場合、①室内の水蒸気を壁体内部に大量に流入させないために、室内側に防湿層を設けること、②壁内に流入した少量の水蒸気を速やかに排出するための外気側の通気層を設けることが、仕様上の原則になっている。この原則は寒冷地における苦い体験と実証的な研究に基づいてつくられたものであり、木材の腐朽に至るような大量の内部結露(冬型結露)を防止するという意味では正しいものと考えられる。

一方、近年の住宅における高断熱・高气密化は、上に示したような省エネ対策と、室内環境の改善という利点から、寒冷地のみならず温暖地域(関東以西)においても急速に進行しつつあり、今後も一層普及するものと予想される。ところが、これら温暖地域の高断熱・高气密住宅においては、高温多湿、日射、冷房、木材の吸放湿性などの要因が複雑に絡み合い、①防湿気密層の外気側表面で一時的な結露が生じること(夏型結露)、②壁体内部の湿度が高くなることが問題として指摘されている。前者の夏型結露は、解決すべき課題かどうかということもまだ結論が出ていない。なぜなら、現実の冷房などの条件下で、木材腐朽のような実害を伴う激しい結露が発生するのかどうかといった実証データが提示されていないからである。つまり、夏型結露の実態を把握し検証することが求められているのである。後者の問題は、防湿気密層により壁体内部が日中だけにせよ高湿度になり、カビ菌類・木材腐朽菌の繁殖につながる点である。そのため、防湿層等の透湿抵抗の高い材料を使用しない透湿壁体が検討され始めている。勿論、このような透湿壁体が検討されるのは、温暖地の冬季外気温が最低でも-5℃程度であるため、冬型結露防止のための室内側防湿性はそれほど高くなくてもよいと考えられるからである。しかし、透湿させるということは、同時に夏季の透湿潜熱冷房負荷の増大を招くため、この問題も並行して検討しなければならない。また、同じ繊維系断熱材であってもセルロースファイバーのように吸放湿性の高い材料の場合には、吸放湿性の低いグラスウールやロックウールとは異なった熱湿気挙動を示すことが予想されるため、それらについても解明していかねばならない。

以上のような背景に基づき、本稿は以下の項目について研究を行い、その結果を住宅の防露設計の構築に役に立てることを目的とする。

- 1) 現場実測により、防湿壁体の熱湿気性状を把握すること。
- 2) 実験室実験により、透湿壁体の熱湿気性状を把握すること。
- 3) 2) の実験結果を用いて数値解析によるモデルの妥当性を検証すること。
- 4) 透湿壁体の潜熱冷房負荷への影響を把握すること。
- 5) 以上の研究成果に基づき、防露設計を構築するための考察を行うこと。

以下、本論文では次のようにまとめた。

第1章では、序論として研究の背景と目的を述べ、既往の研究についてレビューを行った上で、本研究を防露設計のための応用研究として位置付けた。第2章では、温暖地の木造住宅における壁体内部の温湿度性状に関する実態調査を行い、その結果をまとめた。調査は冷暖房を共に行う日本の温暖地域(関東以西)の木造住宅において、実際の居住状況下で長期実測を行い、壁体内部の熱湿気性状を把握した。実測した住宅は夏型結露が発生しやすいと予想される繊維系断熱材を室内側で防湿した枠組壁工法(通気層あり)であり、実測は1年間にわたって行った。その結果、冬季においては壁体内部の相対湿度が日平均40%以下で乾燥状態であり、防露性に関する問題は全くみられなかった。また、夏季においては防湿気密層の外気側表面温度が断熱材中心部の露点より低い場合も出現することが確認できた。しかし、この現象が発生する頻度は僅かであり、壁体内部の相対湿度は日平均60%前後の中湿度であることが分かった。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を示した。第4章では、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行った。その結果、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できた。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へ及ぼす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章では、上述の第1章から第6章までの研究成果をまとめた。

以上のようにして、本研究で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た。