

氏名	池田哲朗 いけだてつお
学位の種類	工学博士
学位記番号	論工博第1283号
学位授与の日付	昭和55年3月24日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	結露障害防止に関する基礎的研究

論文調査委員 (主査) 教授 堀江悟郎 教授 松浦邦男 教授 森田司郎

論文内容の要旨

本論文は、建物の近代化に伴って多発している結露被害の防止に関して、建物各部を完全に露点温度以上に保持するという厳しい条件の代わりに、実害のない程度の結露発生を許すという設計条件の緩和を目的として、仕上材内部における結露および蒸発機構の実験的解析を行ってその現象を明らかにした結果をまとめたもので、8章より成っている。

第1、第2章は序論で、本研究の目的を述べ、関連する在来の研究を検討して本研究内容の位置づけを行った。

第3章は本研究に用いた熱・水分同時移動方程式について述べ、これが従来提案された諸方程式を含む一般化された式であるが、これを実際に用いるには実験を通じて複雑な移動係数の同定問題を解明する必要がある、これを経てはじめて方程式の妥当性および適用性が検証されることを示した。

第4章は本研究の実験材料として軟質繊維を選定した理由を述べ、材料の予め必要な諸物性値を測定した結果を示した。

第5章は実験装置および実験の経過と結果について述べた。種々の温度勾配を与えた場合の表面結露および内部結露の実験を重ねた結果、片面断湿の場合内部結露は最終平衡に達し、結露部分の含水率は飽水含水率よりかなり小さいこと、分布は滑らかな曲線状となり、明瞭な結露境界面が検出されないこと、結露過程で各部の温度低下が起ることなど、従来の研究では明らかにされていなかった多くの知見を得た。次いで結露—蒸発過程に関する実験において、同程度の温度勾配を逆転させた場合は蒸発過程の方が速やかに進行することを示し、実用的な予測への端緒を開いた。また含水率変化による熱伝導率変化の影響およびこれにもとづく水分移動状態の変化について実験的検証を行った。

第6章は移動係数の同定について述べている。含水率勾配による水分伝導率 D_0 を、気相におけるもの D_{0v} と液相におけるもの D_{0l} とに分離することは、基礎移動方程式を検討する上で欠かせない事項であるが、従来の同定方法では不十分または適用に難があって目的に合致しないことを示し、新しく温度変化を利用した分離同定方法を提案している。温度勾配による水分伝導率 D_T は温度勾配係数 ϵ と D_0 とより求

め、特に ε に関してはこれまで用いられた全面断湿法では実際の現象との条件が一致せず、この方法によって求めた値が適当でないことを示し、新たに内部結露解析より ε を求める方法を開発して満足な結果を得た。また平衡含水率曲線と D_{0v} とより D_{Tv} を求めて D_T を D_{Tv} と D_{Tf} とに分離同定し、さらに含水率の変化による熱伝導率の値をも測定して理論的な位置づけを行った。

第7章は、以上の理論と実験結果に対して行った諸般の検討と考察について述べたものである。内部結露実験について三種の条件下での結果を照合した場合、実測値と理論値とはよく一致し、基礎式および求められた移動係数の妥当性を立証し得た。また実測された熱伝導率の検討のため空気を与えて計算した結果も良好であったが、このような検討方法はこれまで行われたことのないものである。これによって空気を与えた場合の内部結露の詳細な過程が明らかにされることになった。

第8章では、結露防止に用いられる従来の近似計算法について熱・水分同時移動方程式による位置づけを行い、これによって各計算法の適用範囲と問題点を指摘した。次に本研究より得た諸結果にもとづく気液二相の移動モデルと材料内含水率の分布モデルとによって、新たな実用近似計算法を提案し、適用性を検証して満足な結果を得ている。

論文審査の結果の要旨

建築における材料・構法の近代化にともない、壁体の結露による諸種の被害が多発しているのは周知のことであるが、現象が複雑なため決定的な対策を得るに至っていない。本論文は、従来行われた定常計算によって壁体各部を常に露点温度以上に保持するという設計条件は事実上守られ得ないため、実害をとまなわぬ程度の結露を許すという非定常過程による緩和条件を見出す目的をもって、壁体の仕上材内部における結露および蒸発機構の実験的解析を行った結果をまとめたもので、得られた主な成果は次の如くである。

(1) 多数の内部結露実験によって、これまで余り明らかにされたことのない、高含水率における水分移動と蓄積の様相を明らかにし、吸湿過程においては結露が始まって後、吸湿速度があまり減少せず一定値に近い状態の続く期間があることを見出し、材料内部絶対湿度の変化の様相からその理由を明らかにした。

(2) 片面断湿の場合、内部結露が最終平衡に達することを確かめ、その際の含水率分布を明らかにして結露部分の平衡時含水量は空隙を全て液で満した飽水水含量よりかなり小さいことを示した。またその比率は与えられた条件により異なること、含水率分布の形よりは明瞭な結露境界面を指摘できないことなどを明らかにした。

(3) 結露後の蒸発過程は、材料両面の温度差・湿度差の大きさが同等程度であれば、結露過程に比べて著しく速度が大きく、被害防止の点からは有利であることを立証した。

(4) 含水率勾配による水分伝導率 D_0 と温度勾配による水分伝導率 D_T の各含水率に対する値を求め、さらにこれらを気相に対するものと液相に対するものとにそれぞれ分離同定するため新しい方法を開発提示し、これによって満足な結果を得た。また含水率が45%以下で気相、80%以上では液相による移動が圧倒的であり、両者の共存する50%附近に D_0 の最小値があることを示した。

(5) 基礎方程式による計算値と実験結果との照合においてよい一致を見、方程式の適用性および求めら

れた移動係数の妥当性を立証した。

(6) 含水率の変化による熱伝導率の変化を求め、その水分移動の経過に与える影響を明らかにした。

(7) 本研究の結果にもとづく気液二相のモデルと材料内含水率分布モデルとによって新しい近似計算法を提案し、これによって結露過程の推測が必要な精度を以て簡易に行いうることを示した。

以上を要するに、本論文は建築材料の実用条件における結露過程を実験的に解明して、水分移動特性値の同定や水分蓄積過程の近似計算の提案など理論式の実用化を行って、結露障害の防止設計に有用な指針を与えたものであり、実用上学術上寄与するところが大きい。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。