

審査の結果の要旨

論文提出者氏名

孟 歌辛

「吸放湿性建築材料の水分拡散係数に関する動的同定手法の研究」と題する本論文は、建築材料の水分拡散係数を水分移動の非定常状態において求めるための同定手法について、記したものである。

建築材料の熱水分物性値の一つである水分拡散係数は、建築物における結露や潜熱負荷、材料の劣化などを予測する上で、欠くことのできない基本的な物性値とされている。しかしながら、測定された水分拡散係数を用いた熱水分シミュレーションにおいては、含水率などの計算結果が実測結果と大きくかけ離れることがしばしば起きる。特に、吸放湿性材料である ALC においてはこのような乖離が起きやすいと、されている。この乖離の原因としては、シミュレーションに用いる水分拡散係数の値が不適切であるという説が有力である。つまり、水分拡散係数の中には履歴現象を持つものがあるが、その履歴の影響が水分拡散係数に十分に反映されていない、あるいは、同種の材料であっても、組成や製法が異なれば拡散係数の値がかなり異なることがその原因として推測されている。

水分拡散係数における履歴現象のメカニズムは複雑な現象なので、それを解明することはそう簡単なことではない。一方、結露や劣化のシミュレーションを行い実用に役立てるという立場からは、履歴現象などのメカニズムを知るよりも、とにかく水分拡散係数に関するデータを大量に集めるべきだという意見もある。とくに、近年は、システム制御の分野においてシステム同定に関する理論が大いに発展したので、それを利用すれば、材料の物性値のようなシステム特性値は比較的容易に求めることができるようになった。

そこで、本研究では、このようなシステム同定理論を建築材料の水分拡散係数の同定に活用することを試みた。水分拡散係数の測定は、従来は定常法によって測定していたために、非常に長期間を要する測定になっていたが、システム同定の理論を導入することによって、非定常状態における同定が可能となり、時間がかなり短縮されるようになった。また、同定結果の信頼性も評価できるようになった。本研究は、従来の測定方法の欠点を改良するために新たな測定方法の提案を行うものである。論文は、六つの章で構成されており、以下、各章ごとに要約を示す。

第1章は、序章であり、水分拡散係数の定義や意味、測定方法などについて示し、既存手法の問題点と本研究の位置づけを整理したものである。第2章は、本研究において最大の眼目となるシステム同定理論について解説し、それを水分拡散係数の同定に利用する場合の方法と構築したアルゴリズムについて述べたものである。この同定アルゴリズムにおいては、差分された熱水分同時移動方程式を「システムモデル」に、水分拡散係数を「システムパラメーター」に見立て、同定を行う。材料の表面含水率が「入力」、内部の含水率分布が「出力」となるので、両方が実測できれば、水分拡散係数が同定できることになる。なお、水分拡散係数は強い含水率依存性があるが、これについてはスプライン関数で近似し、スプライン関数の係数を同定する。パラメーター同定のための計算手法としては、最小2乗法を用いている。

第3章は、上記の同定手法を用いて、含水率勾配に対する水分拡散係数を同定した結果について示したものである。このために実験室において行った実験と、放湿過程と吸湿過程の結果について説明している。同定の際の誤差評価も行っている。同定結果は、放湿過程と吸湿過程においてかなり差があり、履歴性の存在が示された。また、既存の測定値とも比較され、考察が行われている。第4章は、温度勾配に対する水分拡散係数を同定するための実験と結果について示したものである。この拡散係数についても、第2章に示した同定理論の適用と然るべき実験によって同定ができることが示されている。第5章は、本手法の応用について示したものである。温湿度が変化する実測現場のデータについても、本手法によって

含水率勾配に対する水分拡散係数を同定できることを示している。第6章は、本研究を総括し、今後の課題を述べたものである。

以上、要するに、本研究は、吸放湿性に富む建築材料の水分拡散係数について、動的な(非定常の)同定手法という革新的な測定手法の提案を行い、実際にかかなりの信頼性で同定できることを示した。このような手法が確立されれば、今まで長期間を要するが故に敬遠されていた水分拡散係数の測定が比較的短期間で行えるようになるので、一般にも広く使用されるものと考えられる。それによって、今まで測定数が少なく、信頼性にやや欠けていた水分拡散係数の測定データも増大することが見込まれ、拡散係数に対する信頼度やバラツキの範囲も明らかになるものと考えられる。このように、本論文は、建築環境工学の発展に大いに寄与するものと考えられる。

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。