

## 審査の結果の要旨

氏名 安宅 勇二

本論文は、建材などから放散される揮発性の化学物質の空気汚染対策の一環として室内空気中の化学物質を吸着する性能を持つパッシブ吸着建材の濃度低減性能試験法を開発し、その一般的な能力を代表的な建材に関して明らかにしたものである。論文は室内空気中に放散される汚染物質として特にホルムアルデヒドを対象として検討している。種々のパッシブ吸着建材の室内空気汚染濃度低減性能の横並びの性能評価を行うための基礎となるパッシブ吸着建材の濃度低減性状を実験ならびに計算流体力学 (Computational Fluid Dynamics : CFD) により解析し、提案している性能試験法の有効性を実証している。本論文はまたパッシブ吸着建材の性能として重要となる長期的な持続性能を評価する方法として、汚染物質に対する吸着建材の吸着等温線を測定する実用的な方法を検討し、実際の室内濃度付近での飽和吸着量を評価している。さらに、室内の汚染物質の CFD 解析を行なう際に必要となるパラメーターである、建材内部での汚染物質の拡散係数の測定法について検討を行い、種々の建材に関してその拡散係数を測定している。

本論文は以下のように構成されている。

第1章では、化学物質による室内空気汚染の背景と現状を概観しており、室内濃度低減手段の一つとしてパッシブ建材があることを示し、その性能試験法の必要性を説明し、本研究の目的・方向性を示している。

第2章では、室内空気汚染化学物質と室内空気汚染問題に対する取組みをまとめている。その後で室内空気汚染化学物質の放散量の測定法および分析法について説明している。また、建材からの化学物質放散量測定法である各種チャンバー法やデシケーター法に関して触れて、既往の研究について概観している。

第3章では、本研究の基礎となる物質伝達に関する基礎事項ならびに流体の数値シミュレーション手法に関して概説している。本研究では、数値解析手法を用いた化学物質放散量予測で用いる低  $Re$  型  $k-\varepsilon$  model (Abe-Nagano model) と数値解析時の境界条件に関して解説を行い、揮発性有機化合物等のスカラー量の輸送方程式による室内汚染物質濃度分布予測法を述べている。

第4章では、パッシブ吸着建材のホルムアルデヒド濃度低減性能試験法を開発し、測定法の有用性を検討している。パッシブ吸着建材の試験法としては、実現象に近い試験を行なう必要があることから、換気のある状態で一定濃度の汚染ガス (ホルムアルデヒド) を流通させる定常法試験を提案している。パッシブ吸着建材の濃度低減性能試験法では、建材表面の物質伝達性状が非常に重要であることから、建材表面の気流性状を制御できる境界層型小形テストチャンバーを用いて試験を行なっている。また、CFD 解析により本試験法の有用性を検証し、さらに建材内部で生じる吸着現象のモデル化を行なっている。

第5章では、建材からの化学物質の放散や拡散過程の数値モデリングを行なう際、建材・施工材

中の化学物質輸送現象を支配するパラメーターである拡散係数の同定やデータベース化を行うことの必要性を説明し、建材中の拡散係数を三つの方法「Cup 法・Chamber 法・水銀圧入法より算出する方法」を用いて検討した結果を示している。

第6章では、パッシブ吸着建材の濃度低減性能試験法として、新たにホルムアルデヒド放散抑制性能試験法を考案し、その試験法の有用性を検証している。また、第4章で提案している定常法試験との結果の対応を確認している。

第7章では、各種建築材料および吸着材の水蒸気ならびにホルムアルデヒド吸着等温線の測定に関する検討を行なっている。パッシブ吸着建材の持続性能を評価する上で第4章、第6章の試験を継続的に行なうことが望ましい。しかし、非常に長期間にわたる試験となることも十分考えられる。そのため、吸着等温線の測定を行なうことによって、持続性能の評価が可能と考えられる。吸着現象を把握する上で水蒸気吸着の影響を確認することが非常に重要であり、始めに磁気浮遊天秤を用いて水蒸気吸着等温線の測定を行ない、その後ホルムアルデヒド吸着等温線の測定を行なっている。その結果、重量変化から化学物質吸着量を求めるには、水蒸気吸着の影響が大きいことを示している。また、簡易的で実用的な方法として、吸着破過試験法による測定を提案している。

最後に第8章では、全体のまとめを行ない、本研究の成果と今後の課題が総括されている。

以上を要約するに、本論文は、パッシブ吸着建材の性能評価法として二つの試験方法を開発し、その性能評価指標として換気量換算値を提案している。これらの試験法の開発によって、居住状態に対応する条件でパッシブ吸着建材の室内空気汚染濃度低減性能を、相応の信頼性と精度を確保して評価することがはじめて可能となった。また、Chamber 法による建材内の汚染物質の拡散係数測定法の検討においては、既往の研究では考慮されなかった建材表面での対流物質伝達率の影響を CFD 解析の併用により排除する方法を示しており、今後の計測に大きな影響を与えるものと考えられる。本研究は、建築環境工学の発展に大きく寄与するものである。

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。