

論文の内容の要旨

論文題目 トラックキャビン内の空気質及び温熱
 環境解析に関する研究

氏 名 何 佳

本論文は、「トラックキャビン内の空気質及び温熱環境解析に関する研究」と題してCFD（計算流体力学）に基づいてトラックキャビンモデルを用いて車室内空気質の評価指標としての換気効率、呼吸空気質を検討する。また、テストチャンバー実験における車室内装材からの揮発性有機物の発生性状の報告に対応し、CFDによってチャンバー内のVOC拡散性状に影響を与える気流性状の及びチャンバー壁面のSVOC吸着性能を検討する。さらに、数値解析により通気層ありの二重天井システムの車室内温熱環境改善効果及び天井面の熱貫流負荷の低減効果を評価する。天井断熱性能を有効に発揮するための要因別検討を行う。

近年、車室内の空気環境がますます注目されてきている。乗員の健康リスクを管理するにあたり、車室内で新鮮な空気を速やかに送って発生した汚染質を効率的に除去する換気システムの設計が重要となる。そのため、車室内の換気効率・乗員呼吸空気質を総合的に評価することが必要となる。従来、車室内の気流性状及び換気効率の評価に関する研究には人体形状及びその代謝発熱による熱上昇流の影響を考えたことがない。そのため、本研究では換気効率及び呼吸空気質指標によって人体熱上昇流が気流性状、換気効率及び車室内汚染源の乗員汚染物吸入量への寄与率に与える影響を検討する。

近年、シックカー症候群や化学物質過敏症に悩む人が増えている。自動車室内の内装材には、住宅や建物と同様に揮発性有機化合物を放散する可能性のある素材を使用し、内装材料から発生する揮発成分は数立方メートルの狭い車室内空間では室内空気質を悪化させる大きな要因である。車室内汚染物の拡散性状を確認する前に、テストチャンバー実験により車室内装材からのVOC放散量計算を行っておけば、その性状から車室内のVOC汚染性状の数値解析が可能となる。本研究では、CFDによりテストチャンバーにおける内装材からの汚染物放散量を検討する。SVOCは準揮発性有機化合物であり、沸点が高く低い蒸気圧で揮発し、室温条件下では固体表面に吸着しやすい。通常のチャンバー法を用いて

SVOCの放散量を測定する場合、SVOCの高い沸点により測定時に測定チャンバーにSVOCが吸着してしまい、精確なSVOC放散量評価が困難になる。そのため、本研究ではSVOCの放散量を正確的に測定するためにチャンバー壁面のSVOC吸着量を評価する。

近年、地球温暖化による地球環境問題の悪化のため、自動車の省エネルギー化への取り組みと自動車から排出されるCO₂の削減が喫緊の課題となっている。また、乗員の快適性（特に運転者の快適性）を確保するために、車室内の快適な温熱環境を創造することが必要である。自動車は一般の建物と異なり、移動手段として様々な場所に移動し、車体伝熱や日射などにより周囲環境の影響を受けやすい。特に、炎天下屋外に駐車している自動車において車室内温度が非常に高くなる。車内に入る時乗員の不快感が増大し、速やかに車内を冷却するために大きなエネルギーが必要となる。そのため、このような車室内温熱環境に対して有効な改善技術が必要となる。本研究では、日射による熱負荷の低減に対する通気層ありの二重天井システムを提案し、このシステムの温熱環境改善効果を検討する。

本論文は全6章で構成される。

第1章では、本論文の研究背景、研究目的および論文の構成を述べる。

第2章では、車室内空気環境及び温熱環境の概要を説明し、空気質と温熱環境に影響する要因を概説する。また、車室内空気質と温熱環境に関する既往研究及び数値シミュレーション手法を記述する。

第3章では、空気質を左右する車室内の流れ場や換気性状を評価する時、人体形状及びその代謝発熱による熱上昇流の影響を無視できない。この章では、CFDにより1/3スケールのトラックキャビン内での気流分布を明らかにし、同一のスケールモデルに対する実験によってCFD結果の信頼性を確認する。また、1/1スケールのトラックキャビン内に人体形状を考えるケースと人体発熱があるケースを比較して人体熱上昇流が気流性状及び換気効率に与える影響を検討する。さらに、CRP1 (Contribution Ratio of Pollution) により室内個別汚染源の人体汚染吸入量への寄与を評価する。

第4章では、第3章に続きトラックキャビン内の空気質を検討するために、内装材から放散した揮発性有機化合物の拡散性状及び壁面の揮発性有機化合物の吸着性能を検討する。まず、内装材の汚染物放散性状を検討するために、1m³チャンバーを用いて内装材からVOCの放散性状とこれに与える気流性状の影響を検討する。また、マイクロチャンバーを用いてSVOCの壁面吸着性能を検討する。

第5章では、車室内温熱環境を改善するために、トラックキャビンにおける通気ありの二重天井換気構造システムを提案し、駐車時の車内温熱環境改善効果と天井の断熱性能向上について検討する。車室内熱負荷の大きな夏季を対象として対流・放射・伝導の連成数値解析を行う。検討ケースとしては、通気層での排気気流の有無・給気口と排気口の位置による車内の温熱環境改善効果及び車天井面の熱貫流負荷の低減効果を明らかにする。また、二重天井の遮熱性能に影響を及ぼす通気層形状的要因（通気層厚さ）及び風量要因（通気層排気量）を選定し、遮熱性能を有効に発揮するための要因別検討を行う。

第6章では、総括として研究のまとめと、今後の課題を示す。