

自動車部品を想定した断熱性能評価方法の検討 (第 11 報)

10 実車による断熱性能評価技術の検証

森田洋平、長谷川浩治、岩谷稔、筒本隆博

Study of the method to evaluate the heat insulation performance for automobile

NATSUMEDA Yohei, HASEGAWA Koji, IWATANI Minoru and TSUTSUMOTO Takahiro

In automobile development, improving the heat insulation performance of parts is an important issue in order to keep the interior of the vehicle comfortable and improve fuel economy. However, evaluation method of thermal transmission properties for auto parts isn't established. Therefore, in this study, we prototyped a device for evaluating the heat insulation performance in a specific area on an automobile and measured the heat insulation performance of each part in automobile.

キーワード：自動車、断熱性能、熱貫流率

1 緒 言

自動車は、風や走行による空気の強制対流のある状況下で使用される。自動車の室内温度は、その使用環境や部品の断熱性能によって変わる。車内の快適性を確保するためには、部品の断熱性を向上させる必要があり、実際の使用環境における断熱性能評価も重要となる。これまで、当センターは、材料の断熱性能である熱貫流率を評価する方法について提案^{1)、2)}してきた。しかし、車室内全体における各部品の断熱性能を評価する方法は確立されていない。そこで本研究では、実車において特定領域の断熱性能である熱貫流率を評価するための装置を試作した。この評価装置を用いて、実車における各部品の熱貫流率を測定した結果について報告する。

2 断熱性能評価方法

2.1 定常法による断熱性能の評価方法

建材用の断熱性能評価方法³⁾を参考にして、**図 1**に示す測定装置により材料の断熱性能を測定する方法を提案してきた。この測定装置では、加熱箱と保護熱箱の内部にヒータとファンを設置し、空気を加熱循環させつつ、箱内を目標温度に制御する。加熱箱内と保護熱箱内を同一温度にし、定常状態にすることで、加熱箱と保護熱箱の間は仮想的に断熱の状態となり、加熱箱内で発生した熱は、全て測定試料を通して外に逃げることになる。よって、加熱箱のヒータ及びファンの消費電力 E を測定し、加熱箱内部温度 T_s と外気温度 T_m の差と熱通過面積 S (外気に接する試料面積とした) から、**式 (1)** により

測定試料の熱貫流率 κ [$W/(m^2 \cdot K)$] を求めることができる。

以上の方法を実車モデルに展開し、実車における各部品の断熱性能を評価するための測定装置を提案する。実車の各部品の断熱性能を評価するための測定装置構成を**図 2**に示す。

車室内にヒータとファンを設置し、車室内温度を目標温度に制御することで、車室内を保護熱箱と仮定した。また、加熱箱は、各部品を測定するため、様々な部品に取り付け可能な小型の加熱箱を試作し、開口部を測定部品に押し当てることで測定を可能とした。

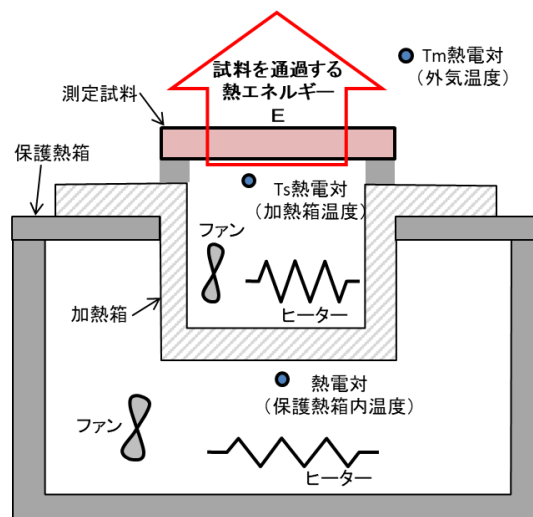


図 1 断熱性能測定装置の構成 (断面図)

$$\kappa = \frac{E}{S(T_s - T_m)} \quad (1)$$

加熱箱内と車室内の温度を同一温度とし、仮想的な断熱状態にすることで、材料の断熱性能測定装置と同様に実車の各部品の熱貫流率 κ [W/(m²・K)] を求めることができる。その際、加熱箱の内側表面と外側表面の間に等面積間隔でK熱電対の素線から成るサーモパイルの接点を配置した。このサーモパイルの電圧出力がゼロになるように加熱箱のヒータ出力を制御することで、加熱箱壁面の熱収支がゼロとなり、加熱箱と車室内の仮想断熱状態の確認が可能となる。

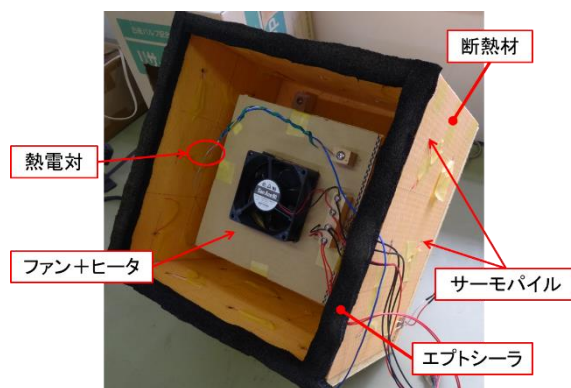


図3 加熱箱の外観

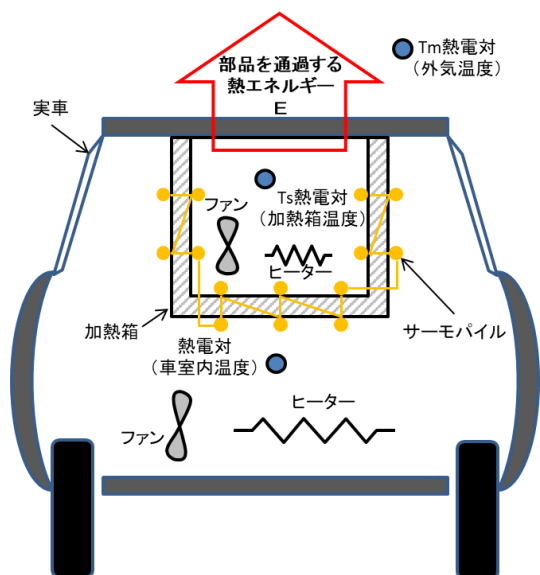


図2 実車用断熱性能測定装置の構成 (断面図)

2.2 実験装置の概要

試作した加熱箱の外観を図3に示す。建築用断熱材(旭化成建材(株)ネオマフォーム 厚さ 1.2cm)を用いて試作した。断熱材で縦 30cm×横 30cm×高さ 20cmの箱形状を作り、一面に開口部を設けた。また、測定部品と加熱箱開口部のすき間による熱漏れを防ぐため、開口部周囲に伸縮性のあるエプトシーラ(厚さ 20mm)を取り付け、測定部品の曲率面を吸収して設置可能とした。内部には、熱電対、空気循環用のファン及びニクロム線ヒータを設置した。そのヒータ及びファンの消費電力を測定して、測定部品を通過する熱エネルギーとした。

車室内の温度を制御する装置の設置状況を図4に示す。後部座席を倒し、トランクルーム付近にヒータを2台設置した。また、車室内の空気を循環させるため、サーキュレータを設置した。ヒータには、温度制御装置を取り付け、助手席付近が設定温度となるようにヒータ出力を制御した。

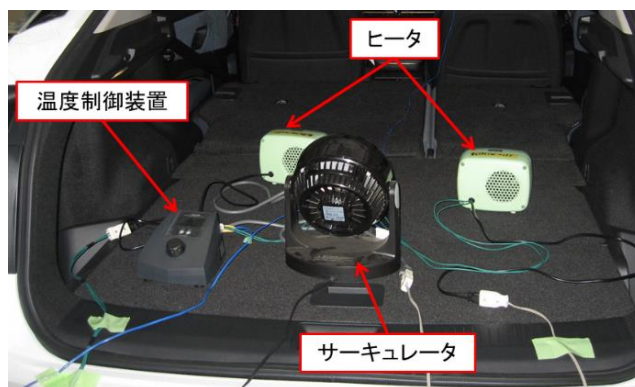


図4 車室内の温度制御装置の設置状況

2.3 実験条件

実車における測定部品への加熱箱の取付け例を図5に示す。測定部品の対面より伸縮性のある棒で加熱箱を測定部品に押し当てて、加熱箱を設置した。同様の設置方法で以下の部品の熱貫流率を測定した。ドアトリム部は、形状が複雑なため、今回の計測から除外した。

【測定車種】 デミオ (マツダ製)

【測定箇所】

- ・フロントガラス
- ・サイドドア前 (ガラス)
- ・サイドドア後 (ガラス)
- ・バックドア (ガラス)
- ・ルーフ
- ・フロア (後部座席足元)

温度条件は、加熱箱内部を 35℃、車室内温度を 35℃、外気温度を約 15℃とした。また、測定は 1 秒間隔で行った。測定開始から熱的な定常状態になり熱貫流率の値が



図5 加熱箱取付例
(測定部品：サイドドア ガラス部)

安定した後、安定時の加熱箱内部のヒータとファンの消費電力の値を平均化（100 秒間）し、消費電力の代表値とした。

3 実験結果

加熱箱内部を 35℃、車室内温度を 35℃として、フロントガラス部の熱貫流率を測定した結果を図6に示す。また、フロントガラスと同様に測定した各部位の熱貫流率の代表値を表1に示す。

図1装置で測定したガラス板の熱貫流率の測定値¹⁾（無風時：約6 W/(m²・K)）と今回測定したガラス部の測定値が近い値となっていることが確認された。

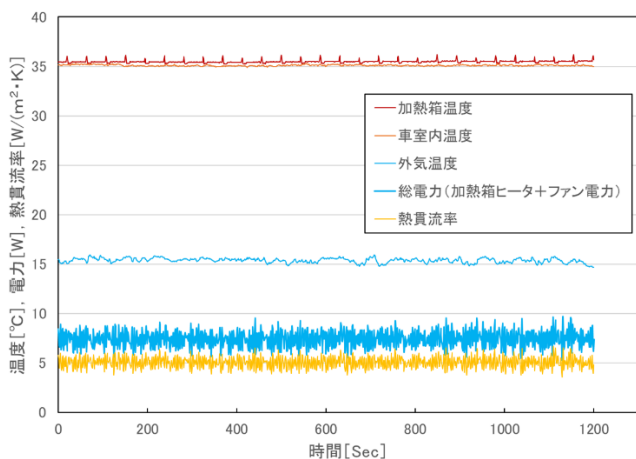


図6 フロントガラスの熱貫流率

表1 各部品の熱貫流率

測定部品	熱貫流率 κ W/(m ² ・K)
フロントガラス	5.08
サイドドア前(ガラス)	5.67
サイドドア後(ガラス)	5.10
バックドア(ガラス)	5.43
ルーフ	1.39
フロア	1.74

総電力、加熱箱開口部面積（28.8cm×28.8cm）及び加熱箱と外気の温度差より熱貫流率 κ [W/(m²・K)] を算出した。各部位に使用されているガラスの熱貫流率に大きな差はないことが分かった。また、ガラス部の平均はルーフに比べ、熱貫流率が約 3.8 倍となっており、ガラス部から多く熱が流出していることが分かった。

4 結 言

実車における各部品の断熱性能を評価するため、小型の加熱箱を用いた熱貫流率の測定方法を提案し、評価装置を試作した。実車における各部位について熱貫流率の測定を行い、以下のことが分かった。

- (1) 各部位に使用されているガラスの熱貫流率を比較した結果、大きな差はないことが分かった。
- (2) ガラス部の平均とルーフの熱貫流率を比較した結果、ガラス部はルーフの約 3.8 倍の熱貫流率であった。ガラス部から多く熱が流出していることが分かった。

本手法は、実車における平面部の断熱性能の測定が可能である。しかし、ドアトリム部などの複雑形状を測定する際には、トリム形状の型の作製などの制約がある。

今後は、実車に熱流計を複数取り付け、各部品の詳細な断熱性能を測定する予定である。

文 献

- 1) 長谷川他：広島県西部工技研究報告, 61 (2018), 7
- 2) 長谷川他：広島県西部工技研究報告, 63 (2020), 11
- 3) JIS A 1420(1999), 日本工業規格, 建築用構成材の断熱性能測定方法—校正熱箱法及び保護熱箱法