



断熱性能の評価に関する取組 (試作評価装置の紹介)

広島県立総合技術研究所
西部工業技術センター

発表者：加工技術研究部 長谷川

背景

断熱性能の評価手法に関する取り組み：2016年～

自動車開発における燃費向上の取り組み

- ・軽量化・エンジン性能の向上
- ・熱マネージメント（廃熱利用・エンジンの保温化）

エアコン等に必要消費電力の低減対策として
車内の断熱性向上が有効

(企業相談)

**製品開発段階で、色々な材料の断熱性能を
簡易的に評価する方法はないか**

現在までの取り組み状況

① 開発時の材料を検討・・・材料の簡易的な断熱性能評価手法の検討
(自然・強制冷却法, 加熱電力法)

素材の評価

② 断熱性能評価の J I S 規格を参考にした平板サンプルにおける評価装置の試作
(平板比較法・保護熱板法・保護熱箱法)

③ **部品**を用いた断熱性能評価装置の試作
(**保護熱箱法を応用**)

製品の評価

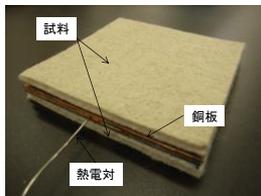
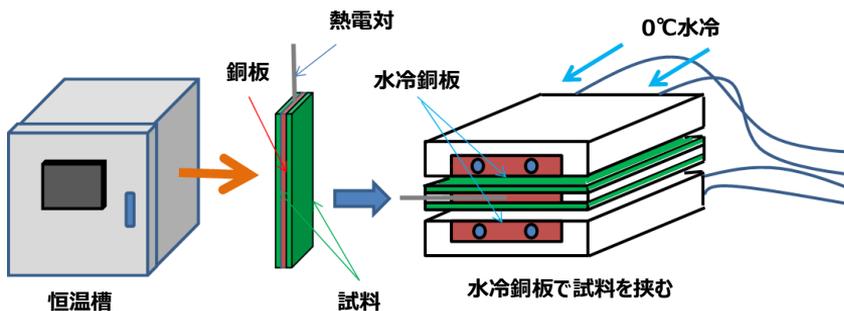
④ **実製品**での断熱性能評価装置の試作
(**保護熱箱法を応用**)

(素材の評価 ①)

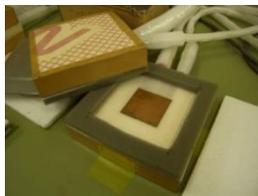
断熱性能の簡易評価方法，試作評価装置の紹介
(自然冷却法・強制冷却法・加熱電力法)

① 強制冷却法 (非定常法)

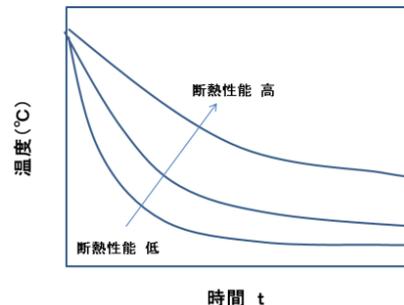
銅板を試料で挟み込み → 高温から低温に冷却 → 温度の時間変化から断熱性を求める



試料



水冷銅板



$$\ln\left(\frac{T - T_m}{T_0 - T_m}\right) = -\frac{KS}{C}t$$

K : 熱貫流率 (W/m²K)
C : 銅の熱容量 (J/K)
S : 銅板の面積 (m²)
T_m : 水温 (K)
T₀ : 初期温度 (K)
T : 銅板温度 (K)
t : 時間 (sec)

試料番号	既知の熱伝導率 (W/mK)	水冷法による熱伝導率 (W/mK)
①	0.020	0.021
②	0.032	0.034
③-1 (白色表皮水冷側)	0.053	0.042
③-2 (白色表皮蓄熱側)	0.053	0.034
④-1 (白色表皮水冷側)	0.050	0.037
④-2 (白色表皮蓄熱側)	0.050	0.031

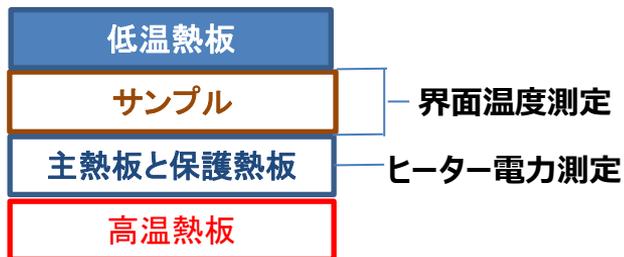
(素材の評価 ②)

J I S 規格を参考にした平板サンプルにおける評価装置
(平板比較法・保護熱板法・保護熱箱法)

②-1 保護熱板法

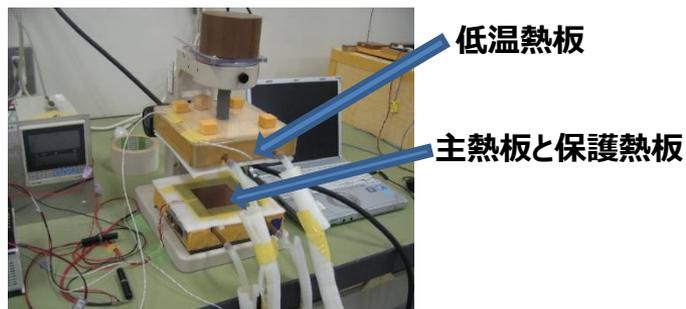
主熱板と低温熱板で試料で挟み込む → 主熱板のヒーター電力から熱伝導率を求める

測定装置模式図



(JIS A 1412-1を参考) 保護熱板法により装置試作。

主熱板で発生した熱を測定試料を通して低温熱板に流し、主熱板の電力を測定することで、試料の熱伝導率を計測する。



測定装置

$$\lambda = \frac{E}{S(\Delta T)t}$$

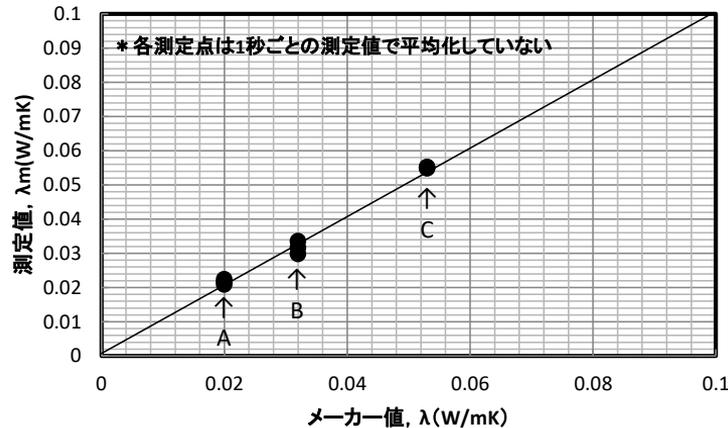
λ : 熱伝導率(W/(m·K))
 E : ヒーターの消費電力(W)
 S : 主熱板の面積(m²)
 ΔT : 低温熱板と主熱板の温度差(K)
 t : 試料厚さ(m)

測定サンプルサイズ 10cm×10cm

測定事例

試作装置で測定した熱伝導率とメーカーの値との比較

測定サンプル：A, B, C



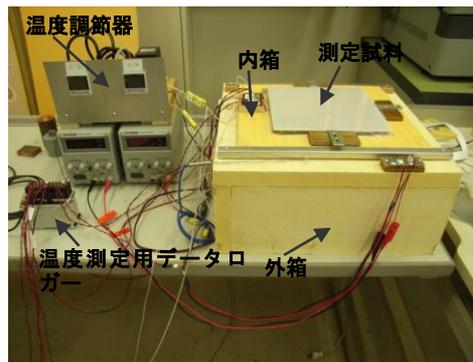
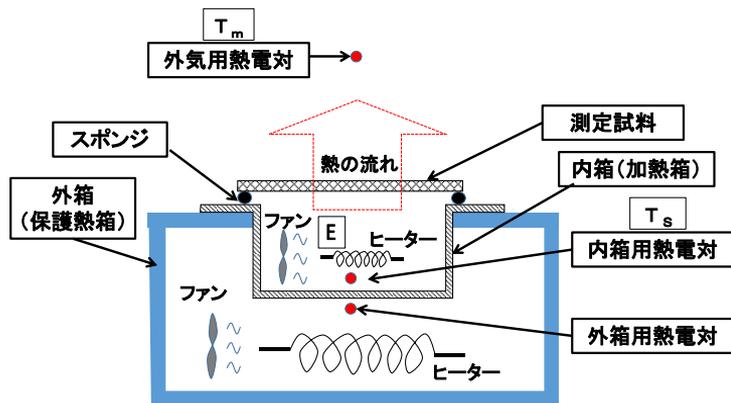
測定した熱伝導率の値はメーカーの提示した値と比較的良く一致した

試料記号	厚さ (mm)	主熱板温度 T1 (°C)	冷却熱板温度 T2 (°C)	主熱板の消費電力 P (W)	測定値 λ_m (W/mK)	メーカー値 λ (W/mK)
A	12.0	20.05	0.05	0.287	0.0215	0.02
B	10.8	20.00	0.20	0.450	0.0317	0.032
C	6.1	20.10	0.15	1.388	0.0552	0.053

②-2 保護熱箱法

平板試料を用いて試料両面の空気も含めた断熱性能（**熱貫流率**）の評価装置

（JIS A 1420を参考）保護熱箱法により装置試作。



平板試料を通過する熱エネルギーをヒーターとファンの電力により測定し熱貫流率を求める

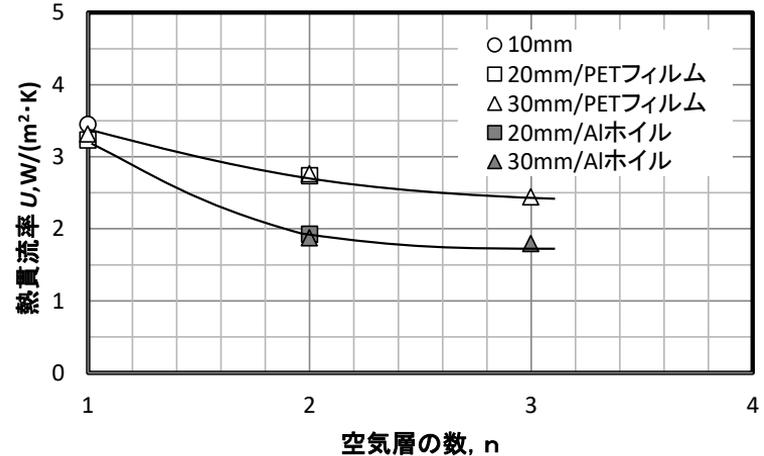
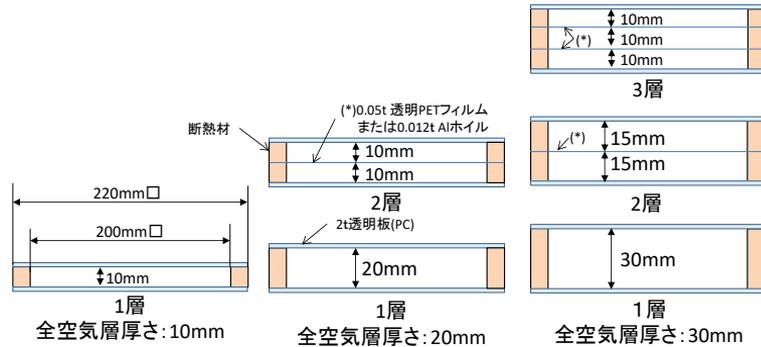
$$K = \frac{E}{S(T_s - T_m)}$$

K : 熱貫流率(W/m²K)
E : ヒーター・ファンの消費電力(W)
S : 試料の面積(m²)
T_m : 外気温度(K)
T_s : 熱箱内部温度(K)

サンプル寸法 : 20 cm×20 cm

測定事例

熱貫流率に及ぼす空気層の数とフィルム材質の影響



断熱性を測定した試料

空気層を多層化すると断熱性は向上した。PETフィルムよりもアルミホイルを層間に使用し多層化すると放射伝熱が抑制されさらに断熱性の向上が図れる。

(製品の評価 ③)

部品を用いた断熱性能評価装置 (保護熱箱法の応用事例)

保護熱箱法（部品レベルの測定）

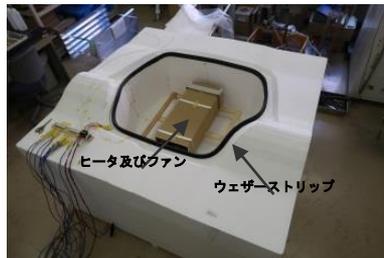
保護熱箱法の原理を用いて、部品形状に合わせた測定装置を試作し、熱貫流率を測定。

(バックドアの熱貫流率測定)

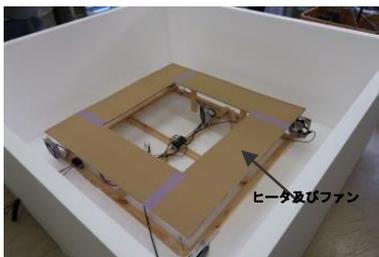
試験体：バックドア



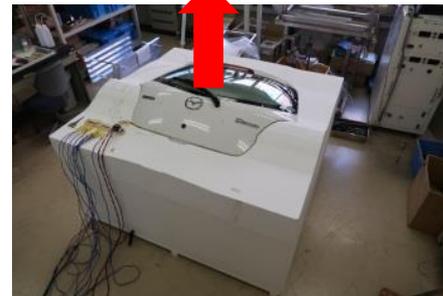
加熱箱



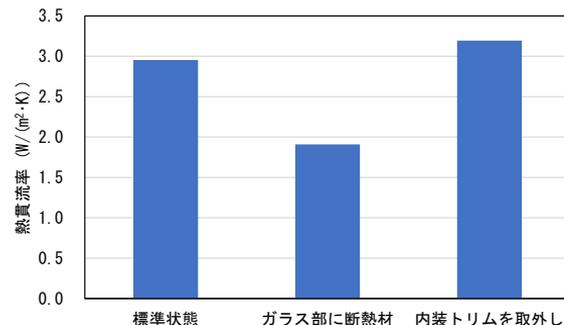
保護熱箱



熱の流れ：ドアの内部から外へ



熱貫流率測定状況



測定結果

(製品の評価 ④)

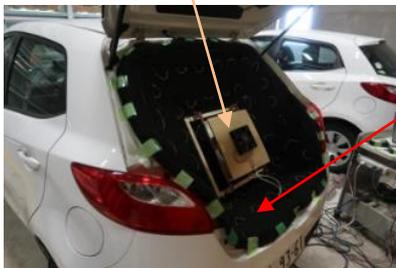
実製品での断熱性能評価装置 (保護熱箱法の応用事例)

保護熱箱法（実製品）

保護熱箱法の原理を用いて、実車におけるバックドアの熱貫流率を測定。

（バックドアの熱貫流率測定状況）

加熱箱の温度ヒーターユニット



可撓性の材料による加熱箱

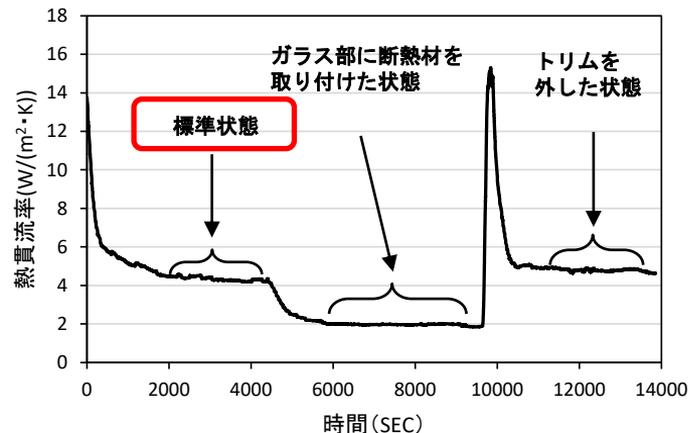


車内のヒーターファンユニット



ガラス部からの熱漏れがないように断熱材で塞いだ状況

測定結果



バックドアの条件	熱貫流率 (W/(m ² ·K))	通過熱エネルギー (W)
標準状態	4.26	54.3
ガラス部に断熱材を取り付けた状態	1.99	25.2
トリムを外した状態	4.76	57.9

まとめ

**今まで進めてきた熱測定関連の取り組みについて
材料の断熱性を簡易的に比較する手法から、規格を
応用した実製品の評価手法及び装置について紹介しま
した。**

**材料から製品まで、断熱性能評価に関するお困りごと
があれば、ご相談ください。**

ご清聴ありがとうございました。

発明の名称：熱伝導率測定装置及び熱伝導率測定方法
出願番号：特 開2020-243071
特許権者：広島県

発明の名称：熱貫流率測定装置及び方法
出願番号：特 開2021-162579
特許権者：広島県

本技術にご興味のある方は次まで、ご連絡ください

【お問合せ先】

広島県立総合技術研究所 西部工業技術センター 技術支援部

E-mail: wkcgijutsu@pref.hiroshima.lg.jp

URL: <https://www.pref.hiroshima.lg.jp/soshiki/27/>

 お問い合わせフォームはこちらから

をクリック

TEL: 0823-74-1151



元気、
美味しい、
暮らしやすい
ENERGY OF PEACE
ひろしま