

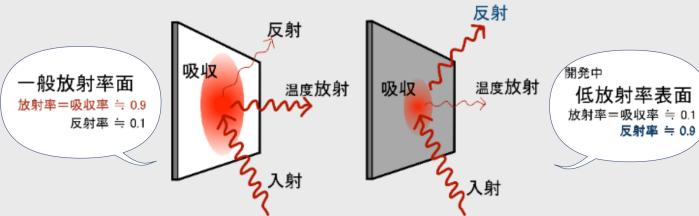
低放射率表面材が放射暖房時の室内温熱環境に及ぼす影響に関する研究

16005CKU 石並真吏



1. 研究背景と目的

既存建物に、国立研究開発法人産業技術総合研究所中部センターが開発している低放射率表面材を用いることで、一般的な対流式暖房と比べて高い熱的性能が得られる放射暖房の、立ち上がり時間短縮・省エネルギー化を図れる可能性がある。



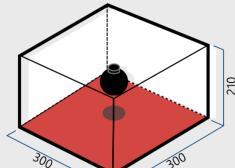
低放射率表面材を建築空間に用いて放射暖房システムと組み合わせたときに形成される室内温熱環境と消費電力量に与える効果とメカニズムを把握することが目的だ。

2. 実験方法

■模型概要

基本的特性を知るために、5mm厚のスチレンボードで製作した単室模型を用いて実験を行なった。開発中の低放射率素材に代わって、一般的な物質と比較して表面の放射率が低いアルミ箔を、低放射率内装材として用い、単室模型の室内表面にアルミ箔を密着させて貼り付けた。

幅300×奥行300×高さ210の内寸法は、『自立循環型住宅への設計ガイドライン』に記載されている基本モデルのリビングに合わせてある。



■実験方法

単室模型が恒温槽(左写真)内部に設置し、冬期の暖房を想定したため、槽内空気温度が5°Cになるように制御した。実験は、単室模型内部温度が環境温度とほぼ等しくなるまで順応させた後、暖房を30分間駆動し停止後30分間温度変化を記録した。

測定項目は以下の通り。
・模型内部の空気温度
・グローブ温度
・壁・床・天井の表面温度
・恒温槽内の空気温度
・シリコンラバーヒーターの消費電力量

3. 基本的特性把握実験

■基本的特性の把握実験概要

まずは、暖房面以外の全面にアルミ箔を貼った低放射率室(写真左)と、スチレンボード紙面のままである標準室(写真右)とを比較した。



■実験結果

図1は、標準室と低放射率室の床暖房稼働・停止後の温度変化の実測結果である。縦軸は温度[°C]、横軸は床暖房稼働開始からの経過時間[分]である。床暖房は、設定値が30°Cで実現温度は31°Cであった。平均温度は、壁・天井の表面温度を平均したものである。

標準室、低放射率室ともに室内空気温度は1分後まではほぼ同じであるが、低放射率室の室内空気温度は上昇を続け10分後には約17°Cになっている。一方で標準室の温度上昇は緩やかになって、10分後には約14°Cと低放射率室より約3°C低く、以降はほぼ一定になっている。グローブ温度をみると、暖房開始直後から低放射率室の方が標準室より温度上昇が速く、10分後には約15°Cになっているが標準室は約12°Cと3°C程度低い。

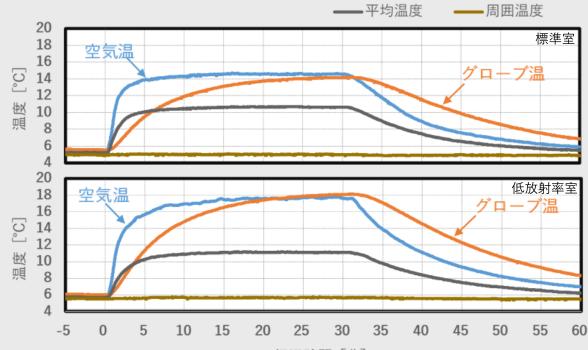


図1 床暖房実験における標準室と低放射率室の温度変化

図2は、標準室と低放射率室で30分間ヒーターで消費した電力量を示したものである。標準室は約9.1Whで、低放射率室では約7.7Whであった。



図2 床暖房用ヒーターの消費電力量

■考察

図3は、図1の温度を用いて求めた標準室と低放射率室の作用温度の時系列変化である。低放射率室の方が標準室より作用温度の上昇が速い。これは、単室模型内のグローブ球には、床表面から放たれた低放射、すなわち高反射率の室内表面で相互反射した長波長放射が入射していたためと考える。

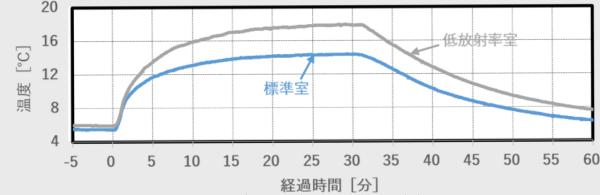


図3 床暖房実験における作用温度変化

消費電力量は、標準室が約9.1Whであるのに対して低放射率室が約7.7Whであり、約1.4Wh(15%)少ない。このことから、低放射率室で暖房を行うことにより、暖房用エネルギー使用量を標準室より小さくできる可能性があることを示している。

4. 低放射率面の面積を変えた実験

■実験パターン

低放射率表面材の部位・面積の違いが、床面または壁面が放射暖房面であるときの室内温熱環境と消費電力量に及ぼす影響の調査を行なうため、表1に示した9パターンの単室模型で実験した。F0~F3は放射暖房面が床面の場合、W0~W4は壁面(1面)の場合である。一番右列は低放射率面の面積[m²]を室内全表面[m²]で除した値であり、全体においての低放射率面の面積率[%]となっている。

表1 実験ケース分け

ケース	放射暖房面位置	低放射率面			低放射率面の面積率
		床	天井	壁	
F0	床暖房 (21%)				0%
F1		●			21%
F2			●		58%
F3		●	●		79%
W0	壁暖房 (15%)				0%
W1		●			21%
W2			●		44%
W3		●	●		42%
W4		●	●	●	85%

■実験結果と考察

図4は表1に示した全ケースについて、低放射率面の面積率[%]と作用温度[°C]の関係を示した。作用温度はヒーター電源投入からちょうど30分後の空気温度とグローブ温度から求めた。◆印で示した床暖房では、低放射率面の面積率が大きいほど作用温度も高くなっている。■印で示した壁暖房の場合も、床暖房と同様の関係がみえるが、ほぼ同一面積率のW3とW2の温度で差がみえるのは、低放射率面の部位と放射暖房面との形態係数の関係によるものだと考えられる。図5は低放射率面の面積率[%]と暖房用ヒーター消費電力量[Wh]の関係を示したものである。形態係数による影響を受けつつも面積率が大きい程消費電力量は小さくなる。

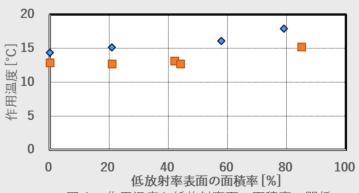


図4 作用温度と低放射率面の面積率の関係

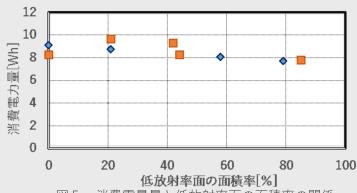


図5 消費電力量と低放射率面の面積率の関係

図4から、低放射率面の面積率が大きいほど消費電力量が少ないと分かり、図5から低放射率面の面積率が大きいほど作用温度も高くなる傾向にあるということが判明した。そこで作用温度[°C]と消費電力量[Wh]の関係をまとめた結果、図6のようにになった。

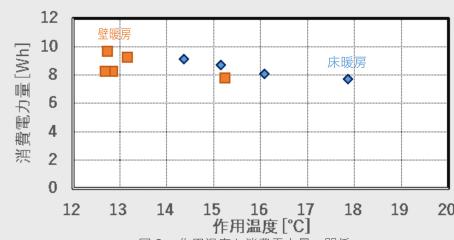


図6 作用温度と消費電力量の関係

5. まとめ

実験から以下のことが分かった。

- 1) 放射暖房時の低放射率室の作用温度は標準室より約2~3°C高く、温度上昇も速い。
- 2) 床放射暖房の場合、室内全表面に対する低放射率面の割合が大きくなるほど、室内空気温度・グローブ温度の最大値が高くなり、消費電力量は小さくなる。
- 3) 壁放射暖房の場合においても2)とはほぼ同様のことが言えるが、形態係数が影響する。

低放射率表面材を建築内装材として用いることで、より効果的な放射暖房ができる、従来の立ち上がりの遅さを短縮することが可能である