

# 籾殻充填木板パネルの断熱性能実験

中園眞人 (感性デザイン工学科) 水沼 信 (山口県産業技術センター)

中村安弘 (感性デザイン工学科) 笠原利和 (感性デザイン工学専攻)

## Experiment Of The Heat Insulating Performance Of Chaff Filled Wood Panel

Mahito NAKAZONO(Department of KANSEI Design and Engineering)

Makoto MIZUNUMA(Industrial Technology Institute, Yamaguchi pref)

Yasuhiro NAKAMUR(Department of KANSEI Design and Engineering)

Toshikazu KASAHARA(The graduate course of KANSEI Design and Engineering)

The improvement of heat insulating performance is one of the major problems of traditional wooden houses in Japan. In this paper, the effect of chaff filled wood panel which was newly developed for house wall is discussed by comparing with some another materials. By the artificial weather control equipment, the coefficient of overall heat transmission and thermal conductivity were measured. The performance of chaff filled panel is as high as the glass wool of thickness of 6 centimeters.

**Key Words:** Chaff Filled Panel, Heat Insulating Performance, Overall Heat Transmission

### 1. 研究目的

我が国の木造軸組工法による住宅は、近代化と共に冬季の断熱性能を重視し、様々な形で改善してきた。その結果、高断熱性能を有するグラスウールやスタイロフォームといった断熱材が導入され全国に普及した。

しかし、我が国の大半は温暖湿潤な気候区分に属していることからこれらの断熱材は壁体内結露を生じる原因となる新たな問題を生んだ。

そこで、本研究においては調湿性もあり、人体に対して無害で、かつ環境においてリサイクル材となる籾殻を断熱材として活用することを考えた。また、木造軸組工法においては耐震性への課題があることから、軸組とパネルを一体化した工法として、そこに断熱材となる籾殻を挿入する形での、籾殻断熱工法(図1参照)を開発することを最終的な目標としている。

よって、当工法の開発の初段階として、まず籾殻断熱工法での熱貫流率の測定を行い、当工法が有する断熱性能を実験において明らかにすることを本論の目的にしている。

### 2. 実験概要

本実験は、7月12日から8月17日まで山口県産業技術センターの人工気象装置(装置概要は図2を参照)を利用して実験を行った。実験供試体については籾殻断熱工法による4

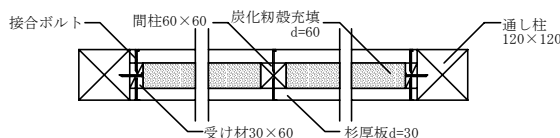
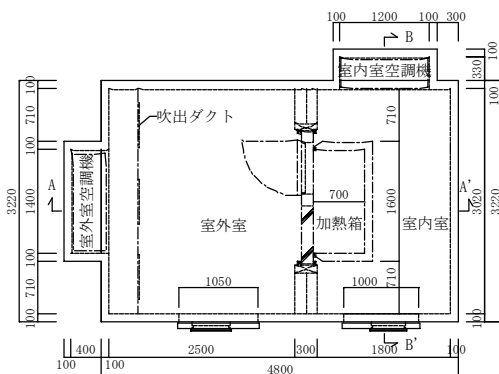
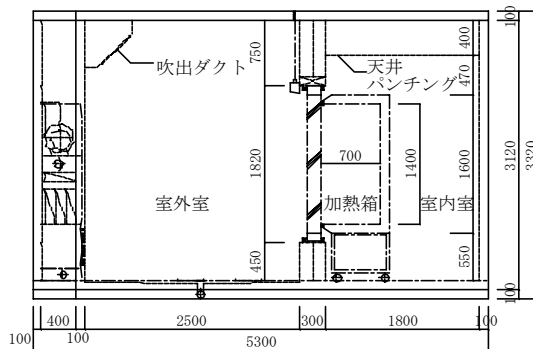


Figure1 The example of chaff filled wood panel



人工気象装置平面図



人工気象装置断面図

Figure2 The overview of the artificial Weather control equipment

供試体（図3参照）を準備して各々熱貫流率を測定した。①杉厚板1枚のみの場合、②杉厚板2枚でその間に60mmの空気層を設けた場合、③杉厚板2枚でその間に60mmの乾燥珪殻充填層を設けた場合、④杉厚板2枚でその間に60mmの炭化珪殻充填層を設けた場合、の4供試体を準備して測定を行った。その際、杉厚板は厚さ30mmのものを用い、珪殻は供試体を変える度に入れ換えた。

各供試体において実際の建築物での梁、柱、土台に相当する部材も杉厚板と同様に材料は杉を用いた。そして、各供試体の施工においては土台と柱を結合させて、その間に杉厚板パネルを下から順にただ積み重ねてゆき、組み立ての最後に梁を載せる方法をとった。本実験の熱貫流率測定に使用した人工気象装置の性能（表1参照）についてだが、人工気象装置内においては、家屋内を想定した室内室の加熱箱内（常に20℃一定状態）と、家屋外を想定した室外室（常に0℃一定状態）の2つの空間に分離しており、実験供試体はこれら2つの空間を分離する壁、つまり家屋では外壁と想定して配置している。加熱箱の内法面積は1.96㎡である。

室外室 室内室

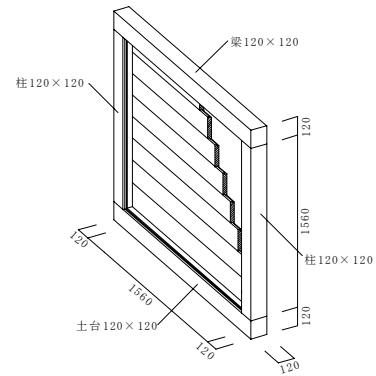
送風機	150W	送風機	100W
冷凍機	2.2KW 3台	冷凍機	2.2KW 2台
ヒーター	12KW	ヒーター	12KW
排気ファン	250W	加湿器	7.6KW
加湿器	8.8KW	エアードライヤー	3.45KW
赤外線ランプ	250W 45個	温度制御範囲	0~50℃
エアードライヤー	8.75KW	湿度制御範囲	40~90%RH
温度制御範囲	20~50℃		
湿度制御範囲	30~90%RH		

Table1 The performance of the weather control equipment

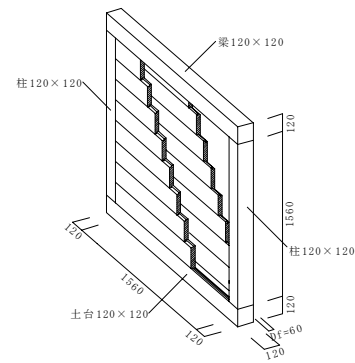
また、熱貫流率、および熱伝導率の測定には、供試体を人工気象装置内に設置して、室外室を0℃に、室内室の加熱箱内を20℃に設定して、この2つの空間の温度が一定状態になった時から、15分毎の加熱箱内の空気温度（加熱空気平均温度）、室内室側の供試体表面温度（加熱表面平均温度）、室外室の空気温度（冷却空気平均温度）、室外室側の供試体表面温度（冷却表面平均温度）を測定して、計算



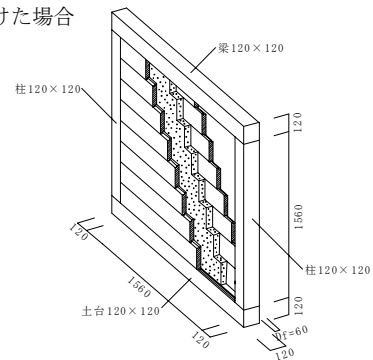
Photo1 The artificial weather equipment and the chaff filled panel



①杉厚板1枚のみの場合



②杉厚板2枚でその間に60mmの空気層を設けた場合



③・④杉厚板2枚でその間に60mmの珪殻充填層を設けた場合

Figure3 The test panel list

計算式から熱貫流率と熱伝導率を求めた。各々の測定期間は以下の通りである。①杉厚板1枚のみの場合は、7月12日から7月15日まで、②杉厚板2枚でその間に60mmの空気層を設けた場合は、7月20日から7月24日まで、③杉厚板2枚でその間に60mmの乾燥粉殻充填層を設けた場合は、8月1日から8月4日まで、④杉厚板2枚でその間に60mmの炭化粉殻充填層を設けた場合は、8月12日から8月17日まで行った。

### 3. 実験結果

#### (1) 熱貫流率について

本実験での人工気象装置による各温度の測定結果(図4参照)をもとに、熱貫流率は計算式1を採用して求めた。

$$\text{計算式 1} \quad K = \frac{Q \times 4}{(Q_{ha} - Q_{ca})A}$$

K:熱貫流率(kcal/m<sup>2</sup>h°C)、Tha:加熱空気平均温度(°C)、Tca:冷却空気平均温度(°C)、T:加熱箱内法面積(1.96m<sup>2</sup>)、Q:発生熱量(Wh/4)

ここで、計算式1について説明する。発生熱量とは加熱箱内で20°C一定状態に保持するために、ファンを稼働させており、このファン稼働で生じる熱量を発生熱量としている。温度測定と同様にファンから生じる発生熱量においても15分毎に測定している。したがって、この発生熱量を1時間換算する必要があるため、発生熱量を4倍にすることで、1時間当たりの発生熱量に相当するとみなしている。各供試体の熱貫流率の計算結果を図5に示す。

#### (2) 熱伝導率について

本実験での人工気象装置による各温度の測定結果(図4参照)をもとに、熱貫流率同様に熱伝導率も計算式(計算式2を参照)で求めた。

$$\text{計算式 2} \quad \lambda = \frac{dQ}{(Ths - Tcs)A} \times 4$$

λ:熱伝導率(kcal / mh°C)、Ths 加熱表面平均温度(°C)、Tcs 冷却表面平均温度(°C)、A:加熱箱内法面積(1.96m<sup>2</sup>)、Q:発生熱量(Wh/4)、d:部材厚さ(m)

ここで、計算式2について説明する。発生熱量は計算式1と同様に1時間換算している。また、部材厚さについては、杉厚板1枚の場合は厚さ30mm、2枚の場合は杉厚板の厚さを合計60mmとして計算している。各供試体の熱伝導率の計算結果を図5に示す。

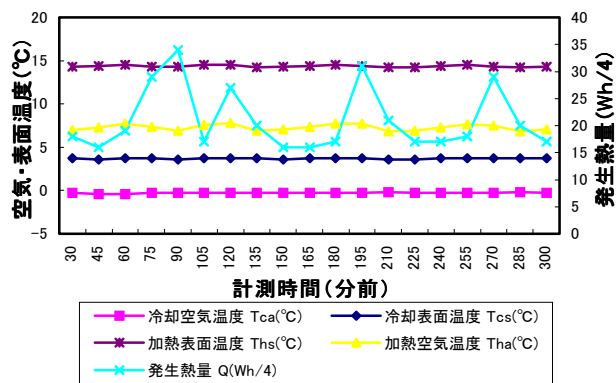


Figure4-1 The temperature of air, surface and the occurrence heat capacity

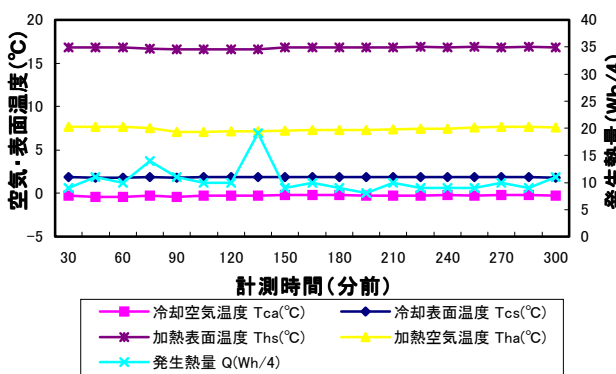


Figure4-2 The temperature of air and surface (aerial layer of 60 mm) and the occurrence heat capacity

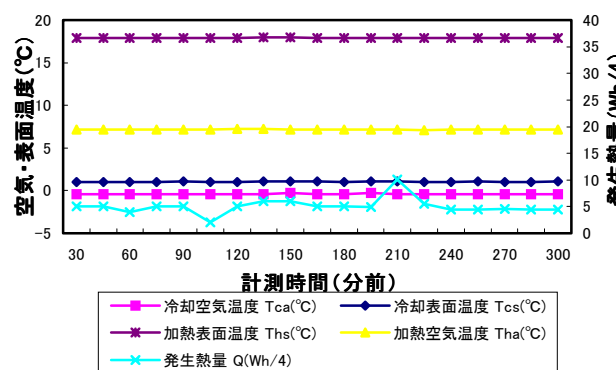


Figure4-3 The temperature of air and surface (dry chaff filled layer of 60 mm) and the occurrence heat capacity

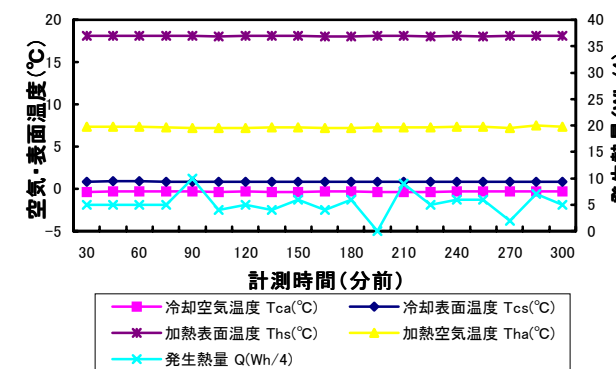


Figure4-4 The temperature of air and surface (carbonized chaff filled layer of 60 mm) and the occurrence heat capacity

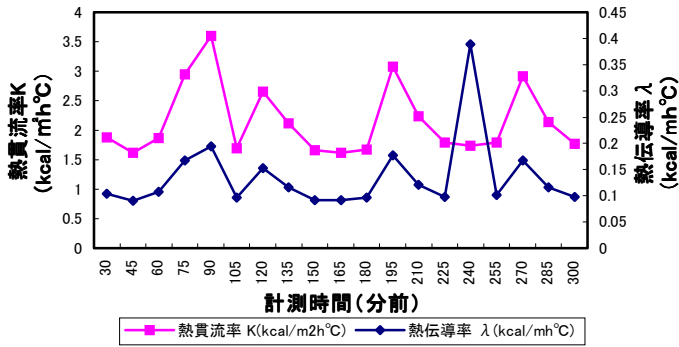


Figure5-1 The coefficient of overall heat transmission and thermal conductivity (one panel—30mm)

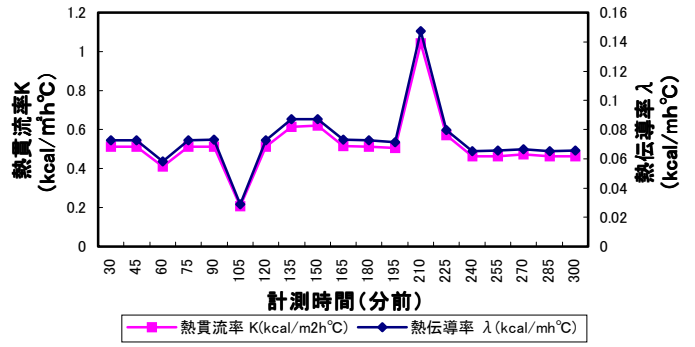


Figure5-2 The coefficient of overall heat transmission and thermal conductivity (two panels—30mm×2 and a layer of air—60mm)

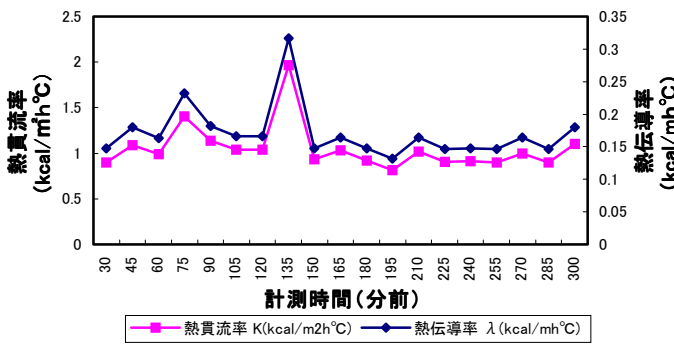


Figure5-3 The coefficient of overall heat transmission and thermal conductivity (two panels and a layer of dry chaff—60mm)

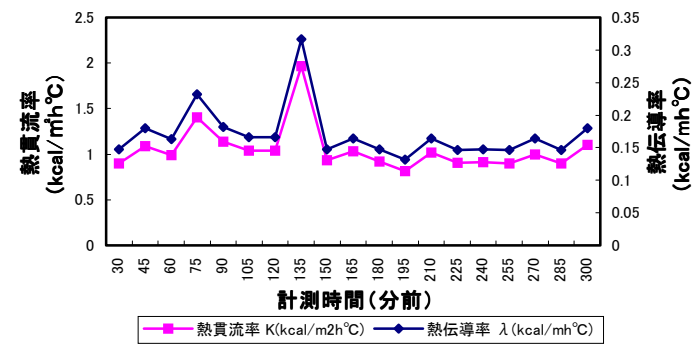


Figure5-4 The coefficient of overall heat transmission and thermal conductivity (two panels and a layer of carbonized chaff—60mm)

(3) 熱貫流率と熱伝導率一覧

熱貫流率および熱伝導率の各供試体での一覧を図6、表2に示す。この一覧の各々の値は15分毎の熱貫流率および熱伝導率を300分計測での平均(計算式3参照)を求めたものである。

計算式3 
$$K' = \frac{\sum_{S=30}^{S=300} K}{19}$$
 
$$\lambda' = \frac{\sum_{S=30}^{S=300} \lambda}{19}$$

ただし、Sは計測時間(分前)とする。

	熱貫流率 K'(kcal/m²h°C)	熱伝導率 λ'(kcal/mh°C)
①、杉厚板1枚の場合	2.1476	0.1707
②、杉厚板2枚+空気層の場合	1.0532	0.1358
③、乾燥切殻60mmの場合	0.5197	0.0734
④、炭化切殻60mmの場合	0.5324	0.0739

Table2 The coefficient of overall heat transmission and thermal conductivity list

(注1 乾燥切殻の熱伝導率は計算上0.043 kcal/mh°C  
 (注2 炭化切殻の熱伝導率は計算上0.044 kcal/mh°C

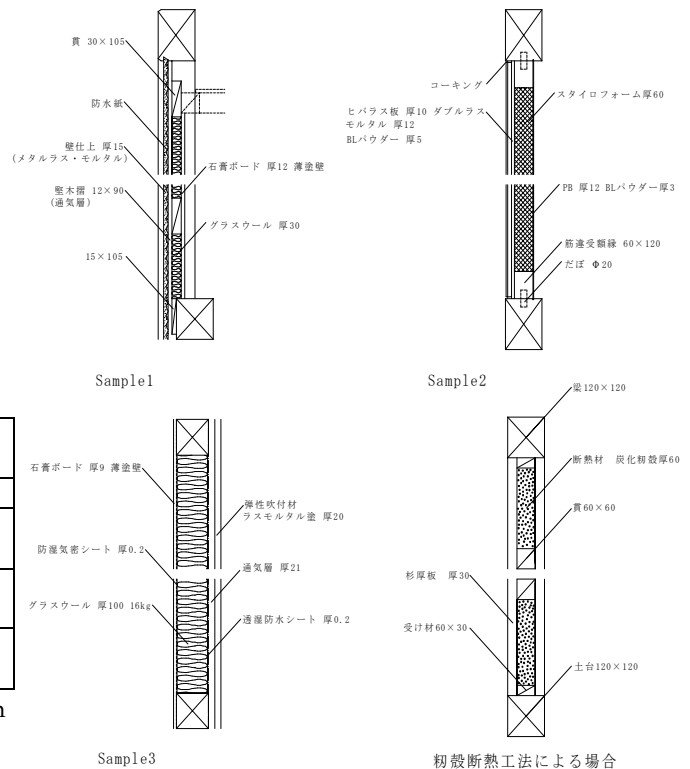


Figure6 The samples of heat insulating panel

#### 4. 考察

乾燥珉殻を充填した供試体と、炭化珉殻を充填した供試体に着目して、これらが有する断熱性能と現在の住宅に一般的に普及している断熱工法とを比較して、珉殻断熱工法の明確な位置づけをしたい。図6に一般的な断熱工法の例を、図7にそれら工法が有する熱貫流率を示す。なお、例に挙げた各工法の熱貫流率は計算式4で求めた。また、各熱貫流率の詳細な値を表3にまとめた。

$$\text{計算式4} \quad R=r_i+\sum r+\sum r_a+r_0$$

R: 熱貫流抵抗 ( $\text{m}^2 \text{h}^\circ\text{C}/\text{kcal}$ )、  
 $\sum r$ : 壁の全熱伝導抵抗 ( $\text{m}^2 \text{h}^\circ\text{C}/\text{kcal}$ )  
 $r_i$ : 室内表面熱伝達抵抗 ( $\text{m}^2 \text{h}^\circ\text{C}/\text{kcal}$ )  
 $\sum r_a$ : 空気層の全相当熱伝導抵抗 ( $\text{m}^2 \text{h}^\circ\text{C}/\text{kcal}$ )

$$K = \frac{1}{R} \quad K: \text{熱貫流率} (\text{kcal}/\text{m}^2 \text{h}^\circ\text{C})$$

	熱貫流率 (Kcal/m <sup>2</sup> h <sup>°</sup> C)	備 考
杉厚板2枚でその間に乾燥珉殻60mmを充填した場合	0.5197	15分毎に熱貫流率を測定。315分間においてその総和から平均を求めたものとする。
杉厚板2枚でその間に炭化珉殻60mmを充填した場合	0.5324	15分毎に熱貫流率を測定。315分間においてその総和から平均を求めたものとする。
グラスウール厚60mmのみの場合	0.5459	グラスウール $\lambda=0.036$
スタイロフォーム60mmのみの場合	0.4902	スタイロフォーム $\lambda=0.032$
Sample1の場合	0.7769	外壁はモルタル仕上壁で $\lambda=0.53$
Sample2の場合	0.4693	モルタル $\lambda=0.62$
Sample3の場合	0.3108	ラスモルタル塗 $\lambda=0.62$
珉殻断熱工法による場合	*0.5324	貫、受け材が挿入(※熱貫流率は実験値とする)

Table3 The list of coefficient overall heat transmission

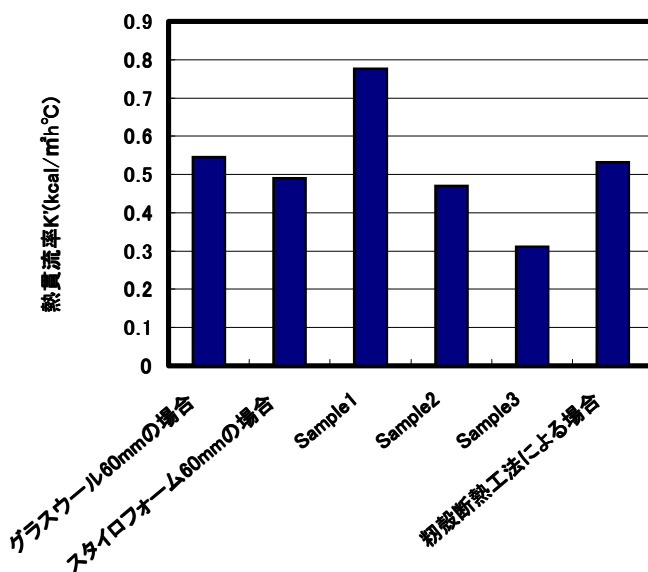


Figure7 Coefficient of overall heat transmission list

これらの結果から考えて、珉殻断熱工法は現在一般的に普及している、スタイロフォームやグラスウールを断熱材として用いた高断熱性能を有する工法と比較しても、同等の断熱性能を有することがわかる。また、炭化珉殻を断熱材に用いることで、調湿性能による結露防止だけでなく、断熱材の耐久性においても優れていると考える

#### 5. まとめ

本実験により、珉殻断熱工法は優れた断熱性能を有することが示された。しかし、杉厚板パネルは湿度の変化による変形や狂いが生じやすいので、この問題を解決していくことが課題である。

今後は施工実験を行い施工の容易さを検討していくこと、また耐震性能も期待できることから、耐震実験を行い、耐震性能を確認することが今後の課題である。

#### 謝辞

最後に本研究に多大な御助力を頂いた、森川昌志氏、岩本慎二先生に感謝の意を表します。

(平成13年8月31日受理)