

技術情報

あなたも太陽熱集熱器を作ってみませんか

代替エネルギーの中で、身近なエネルギーである太陽エネルギーが注目されている。しかし、太陽エネルギーは希薄なエネルギーであるため、多くの集熱器を必要とし、市販の装置では高価なものになってしまう。そこで、安価な空気式集熱器を作り、その性能試験を米国林産試験場で行っている^{*}のでその内容を紹介する。

1. はじめに

平板形集熱器の一般的構成材料としては、透過体（集熱器の前面カバー）、集熱板（太陽光線をエネルギーに変換）、断熱材（集熱器内の熱損失を防止）、ケーシング（集熱器全体を外力から保持する外箱）から成り、今回製作した空気式集熱器は、安価・限られた技術・わずかな道具でだれもが日曜大工として作れるように、ケーシング材料には木材製品を使用している。

各材料の温度の影響を調べるため、6つのタイプの集熱器をマジソンに作り、1年間密閉状態（空気循環をしない）で試験し、木材・塗

料・断熱材・透過体の各材料について、視覚的に観察した結果である。

2. 集熱器の説明

集熱器の大きさは、横：120cm、縦：240cm、厚さ：10cmと25cmである（図-1、表-1）。すべて木枠で作成し、裏面が合板、表面が2重の透過体になっている。集熱器No1からNo4には、裏面と側面に断熱材を入れている。集熱板や透過体を取り付ける前に、すべての面に黒ペンキを塗り、接合部には『まいはだ』^{**}を詰め、木ネジで締め付けた。

^{*} G. E. Shekwood, W. A. Gatz: Performance of Wood in a Do-It-Yourself Solar Collector, F.P.L.-0240 (1979)より

^{**} 接合から空気が漏るのを防ぐために詰めこむもの

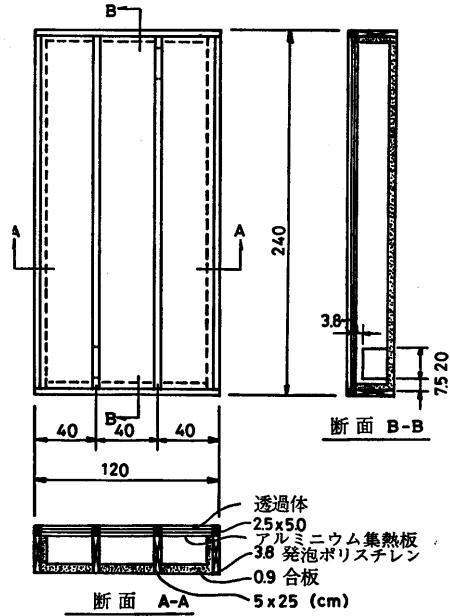


図-1 太陽熱集熱器の見取り図

表-1 太陽熱集熱器の使用材料

集熱器番号	枠材	裏板	断熱材	集熱板	塗料	透過体
1	5×25cm サザンパイン	9mm CD サザンパイン合板	38mm厚 発泡ポリスチレン	1.6mm厚 アルミニウム板	つや有り ラッカー	2重 6mm厚 ガラス
2	5×25cm サザンパイン	9mm CD サザンパイン合板	38mm厚 発泡ポリスチレン	1.6mm厚 アルミニウム板	つや有り ラッカー	2重 6mm厚 ガラス繊維強化平板
3	5×25cm ベイマツ	9mm CD ベイマツ合板	38mm厚 発泡ポリスチレン	1.6mm厚 アルミニウム板	つや消し ペイント	2重 6mm厚 ガラス
4	5×25cm ベイマツ	9mm CD ベイマツ合板	38mm厚 発泡ポリスチレン	1.6mm厚 アルミニウム板	つや消し ペイント	2重 0.6mm厚 ガラス繊維強化平板
5	5×10cm サザンパイン	9mm CD サザンパイン合板	なし	裏板兼用合板	つや有り ラッカー	2重 6mm厚 ガラス
6	5×10cm ベイマツ	9mm CD ベイマツ合板	なし	裏板兼用合板	つや有り ラッカー	0.6mm厚 ガラス繊維強化平板と波板

注) a) CD合板：表板にC等級、裏板にD等級の単板

集熱器は木枠で仕切られた3つの空気層(40×240×10又は25cm)からなり木枠の端につけた開口部によりつながっている。一端にファンを付けることにより、すべての層を通過して、空気が流れる。

各集熱器は、1年のうちで最も寒い時期に、太陽光線が垂直に当たるように、南に向け、地面と60°の傾斜をつけて設置した。

各集熱器内の温度測定のため、熱電対を次の所に付けた。各集熱器には真ん中の空気層の中心に付け、集熱器No1には、その他、真ん中の空気層の上部、金属集熱板の上、集熱板と合板の間、集熱板と透過体の間、2重透過体の間である。集熱器No5は断熱材を入れてないので、合板集熱板(裏板と兼用)の上、真ん中の空気層の上部、2重透過体の間、透過体の外側に熱電対を付け、温度を測った。

3. 集熱器内の温度

各タイプの集熱器を、1977年1月から12月までマジソンに設置し、各位置の温度を連続的に測定し、記録した。集熱器内部での温度差は8以下であり、木材の熱による影響を調べる温度として真ん中の空気層の中心の温度をデータとした。

断熱材を使用しなかった集熱器(No5,6)で、日中の最高温度が1日だけ80以上になったが、70を超えることは、ほとんどなかった。

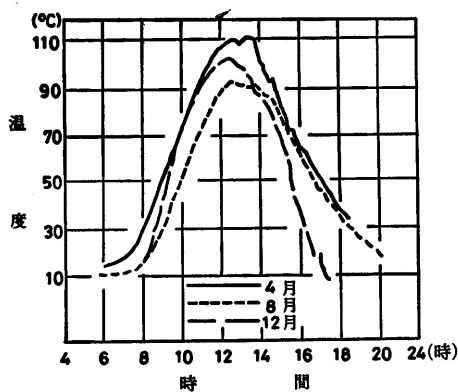


図-2 集熱器No3における快晴の日の温度の上り方

た。断熱材入りの集熱器(No1,2,3,4)は、4月中に1日のうち約4時間、90以上の温度になったが、8月の快晴の日でさえ、そのようなことはなかった。各タイプの集熱器のうち、集熱器No3が最も高い温度経過を示し、1年のうち約3分の1の123日が90以上になった。集熱器No3の4月、8月、12月の快晴の日の温度の上り方を図-2に示す。

4. 木材の高温による影響

従来の木材への温度の影響の研究資料によると90の温度状態に1年間木材をさらした場合の永久的な強度の低下は約13%である。集熱器No3については1年間の約3分の1が1日4時間以上90になるので、13%の強度低下になるには、18年かかると推定される。もし、1日2時間、120という高温状態になれば、木材の一時的な強度低下は、40%にも達するであろう。

以上是集熱器が密閉状態のときの温度の影響であり、実用上においては空気通風することにより、かなり低い温度になると思われる。いずれにせよ、長期間100以上の温度に木材をさらすと自然発火の恐れがあるので、常に100以下の温度に保つことが必要である。

5. 各材料の視覚的観察

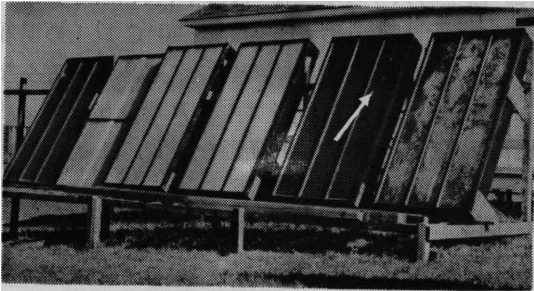
今回の試験目的は、密閉状態での集熱器内の温度測定であるが、集熱器に用いた各材料の温度の影響についても視覚的に観察した。

5-1 木材(合板も含む)

集熱器に用いた木材のいずれにも、炭化・劣化は見られなかった。これは集熱器No1から4までについては、断熱材を入れてあるため、木材が高温にさらされなかったこと。また、集熱器No5,6については、集熱器内の温度があまり高くならなかったためと思われる。

しかし、集熱器裏板に用いた、すべての合板には凝結水によるしみがあがり、はく離が生じた。

接合部の木ネジは、すっかりサビており、材料の保持力を低下させない対策が必要である。



右端の集熱器がまだらになっているのは、金属集熱板に塗った黒色ラッカーエナメルが、はげ落ちたためである。

右端から2番目の集熱器はタイプNo3で、矢印はガラスが割れたのを示している。

図-3 6タイプの太陽熱集熱器

5-2 塗料

金属集熱板に塗ったラッカーの一部に、はがれが見られ(図-3)、集熱器内の温度がわずかに低下したが、その他、大きな問題はなかった。

5-3 断熱材

断熱材として、使用限界温度が約70の発泡ポリスチレン(厚さ:38mm)を用いたため、集熱器内温度が90以上では、ひどい変形が生じた。実用上、集熱器内温度は、断熱材を変形させるほどの温度にならないかもしれないが、密閉状態になった時を考えて、断熱材を選ばなければならぬ。

5-4 透過体

透過体として、透明ガラス、半透明のガラス繊維強化板(FRP)の平板と波板を用いた。

ガラス繊維強化板については、平板と波板、平板と平板の組み合わせで使った。この場合、2重ガラスの時より集熱器内温度は、わずかに高い最高温度を示した。2重ガラスの1つに、大きな割れが生じた(図-3)。

試験前と後で、可視領域での透過体の光透過率の低下はなかったが、もし、木材から発生するガスが透過体に付着すれば、光透過率を落とし、集熱板で受ける太陽エネルギー量を減少させることになるであろう(今回の試験では、それらしい付着物はなかった)。

6. まとめ

マジソンで行った4つのタイプの断熱材入り集熱器は、密閉状態で、しばしば90以上の温度となった。長期間、そのような高温状態を続けると、木材の強度性能を低下させるであろう。

集熱器内を空気通風しているときは、自然発火は起らないと思うが、もし長期間(月、年単位)密閉状態が続いたら、その危険性もある。

木材の視覚的变化として、炭化・劣化は、どのタイプにもなかったが、集熱器の裏板として用いた合板に凝結水によるしみのあとが見られ、その部分がわずかにはく離していた。

金属集熱板に塗ったラッカーエナメルにはく離があったが、塗料としてつや消しペイントでも十分であると思われる。

発泡ポリスチレン断熱材(使用限界温度は約70)は高温のため、ひどい変形を生じた。

透過体の中で、半透明のガラス繊維強化板は透明ガラスの場合より、わずかに高い集熱器内最高温度を示した。どの透過体についても、1年後の可視領域での光透過率の低下はなかった。

今回の製作した集熱器では、木材から発生するガスの透過体への付着はなかったが、もし、付着したなら、太陽エネルギーの集熱効果を減少させるであろう。

- マジソンは札幌市とほぼ等しい北緯43度の位置にある。

なお、当林産試においても、木製集熱器を利用した簡易乾燥室を製作し試験を行っている。自家製の集熱器を用いた安価な簡易乾燥室で、冬期においても、夏期の天然乾燥と同様な乾燥結果が得られている。なお、その性能等の詳細は、林産試月報1980年10月号と、林産試だより1981年6月号を参照して下さい。

(訳 林産試験場 野呂田)