

太陽熱エネルギー有効利用の一提案 ＜ソーラーハウスに於ける床下蓄熱層の改良実験＞

An Experiment on Improving Underfloor Heat Storage Layer of Solar Houses

前田誠一*

1. はじめに

現在、地球温暖化問題がますます深刻になり対策が急がれている。化石エネルギーの使用を減らす為には、太陽エネルギーを電気や熱エネルギーに変換して使用することが急務である。その一つとして、家庭で使われているエネルギーの25%程度を占める暖房エネルギーを、先ずは、太陽エネルギーによって賄う必要がある。太陽熱による暖房は、昼間に集熱して温水や温風を作り、家屋内を温めると同時に太陽熱が利用出来ない夜間の為に溜めて置かねば快適な生活は望めない。

昼間得られた熱を効率良く溜めることにより、24時間快適な暖房生活が可能になる。

筆者等は、長年高効率で経済的な蓄熱システムはどうあるべきか模索してきた。その一つとして、23年前に独自に深夜電力にも対応できる水の大きな熱容量と対流機能を利用した床暖房システムを開発し、これまで多くの工事実績を挙げてきた。

一般的にソーラーハウスの蓄熱層としては、コンクリートスラブがそのまま使われる事が多いが、ソーラーハウスには必ず補助熱源が併設されている。それでは真のソーラーハウスとは言えないと思うが、それに関わらず、コンクリート蓄熱層から

の進化は余り進んでいない様に思われる。

今回の実験は、太陽熱が取得できる時間を6時間と仮定した場合、その時間内での蓄熱量と、その後の放熱特性の違いを見る為に行った。

蓄熱層としては弊社で実用化した水を用いた蓄熱層と、従来からあるコンクリート蓄熱層を各々単独で用いた場合の蓄熱量及び放熱特性と、水の蓄熱層とコンクリートの蓄熱層を併設した場合の同特性の違いを同条件で比較して見た。

実験装置は、発泡断熱材パネルで作った箱を住居と見立て、中間部に12mmのベニヤで床を作り、その下部空間を床下とし、上部空間を部屋とした。

床下空間も上部空間も密閉されており、空気の流れは無い構造とした。

太陽熱で作られた温風は床下空間を温め、蓄熱され、その熱は床材を通して上部の部屋を暖めるという想定である。

その結果、水蓄熱層+コンクリート蓄熱層方式の蓄熱特性及び放熱特性は極めて良好であった。この方式について、詳細に解析等を進める予定であるが、この方式の今後の展開を期待して提案するものである。

2. 太陽熱利用の長所・短所

一般の住居に於ける暖房はそのシステムだけを取り出して性能を検討することが多い。しかし、太陽熱を利用する場合は特に住居空間全体を考え、暖房システムをバランス良く設計して行く必要がある。

また、実用化するに当たっては太陽熱利用の長所と短所も認識しておく必要がある。

長所

(1) 太陽熱の利用を拡大する事は、CO2排出量を大幅に削減する事になり、脱温暖化に貢献でき、子

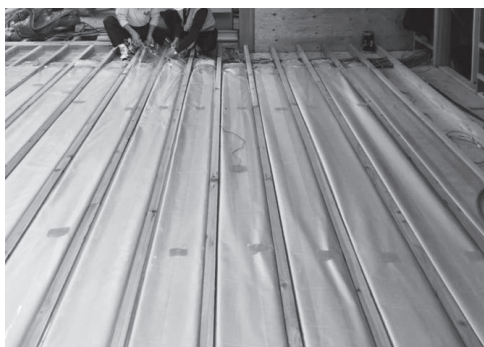


写真1 現場設置した水蓄熱床暖房

* (株)イゼナ 代表取締役

孫世代へ快適環境を提供できる可能性が有る。

(2) 太陽熱で供給可能な冬季の暖房システムが開発できれば、暖房用のランニングコストも大幅に削減できる。

(3) 太陽熱は所有地内で自由に取得することが出来る。

(4) 太陽熱を使用するための構造や仕組みは、高度な技術に寄らなくても扱う事が可能で、各自のアイデアを試すことが出来る。

(5) 化石燃料の輸入量を減らし、国家財政に貢献できる。

短所

(1) 蓄熱できる時間帯は昼間に限られる上、気候・天候に左右される。

(2) 長時間貯めて置く技術が確立されて居ない。

(3) 新築時に設置する為のイニシャルコスト分が負担になる。

(4) 地域や立地条件により取得エネルギー量の差が大きい。

3. 蓄熱装置の役割

私達の住む地球は大きな熱容量をもつ蓄熱装置であり、安定した地球環境を形成し、生物の生命・生存を支えているといえる。身近な住居においても、昼間しか得られない太陽熱エネルギーを利用する為には、何らかの蓄熱装置を考えておかねばならない。

(1) 大きな熱容量の蓄熱装置は四季の室内温度変化を和らげる。

(2) 蓄熱装置は、冬は勿論、夏季に夜間の冷気を溜め込み、昼間の冷房負荷を減らすことができる。

(3) 補助熱源の使用量を減らし、ランニングコストが下げられる。

(4) 昼間に蓄熱した熱エネルギーは最低でも夜間に使用し、できれば2～3日間曇天でも利用できることが望ましい。

4. 模型による蓄熱構造の実験と考察

《実験装置の概要》

実験に用いた装置は厚さ50mm、縦1820×横910mmの発泡断熱材パネルを用いて部屋に見立てた箱を作り、その中央部に12mmのベニヤで床を配し、上部空間を部屋側、下部空間を床下側とした箱を用いて、

(1) コンクリート蓄熱層のみのタイプ (A)。

(2) コンクリート蓄熱層と、下部空間の上部に水蓄熱層を設置したタイプ (B)。

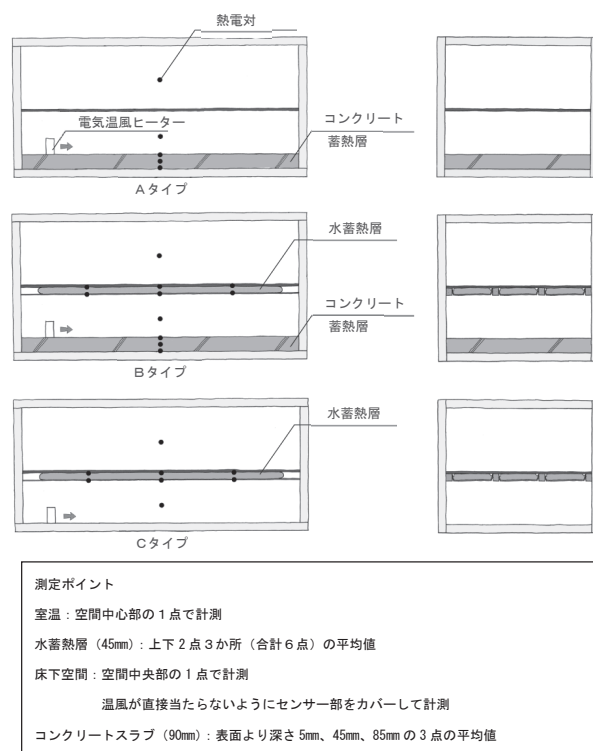


図1 蓄熱構造模型に於ける蓄熱層と熱電対の位置

(3) 下部空間の上部に水蓄熱層のみを設置したタイプ (C)。

の3種類の蓄熱構造を作った。

図1は3種類の実験装置の概略図を示す。

各々の上部空間体積及び下部空間空間体積は同じにしてある。

水の熱容量とコンクリートの熱容量は約210kJ/kとこれも同じにしてある。

水の蓄熱層は0.35mmのカラー鉄板に乗せてあり、下部空間の温風の熱が水に伝わりやすくしてある。

各装置の下部空間には約100Wの電気温風ヒーターを置き、下部空間内を温めて各蓄熱層に蓄熱する様にしてある。

実験時間は24時間とし途中6時間の間、温風器を通電した。

6時間としたのは、昼間太陽熱が利用可能な時間を想定している。

《実験結果》

図2は3種類の蓄熱層の温度変化をグラフで示した例である。図の横軸は時間経過、縦軸は各部の温度である。測定はT型熱電対を用いた。測定箇所は図1参照

(1) コンクリート蓄熱層だけのタイプ (A) では、

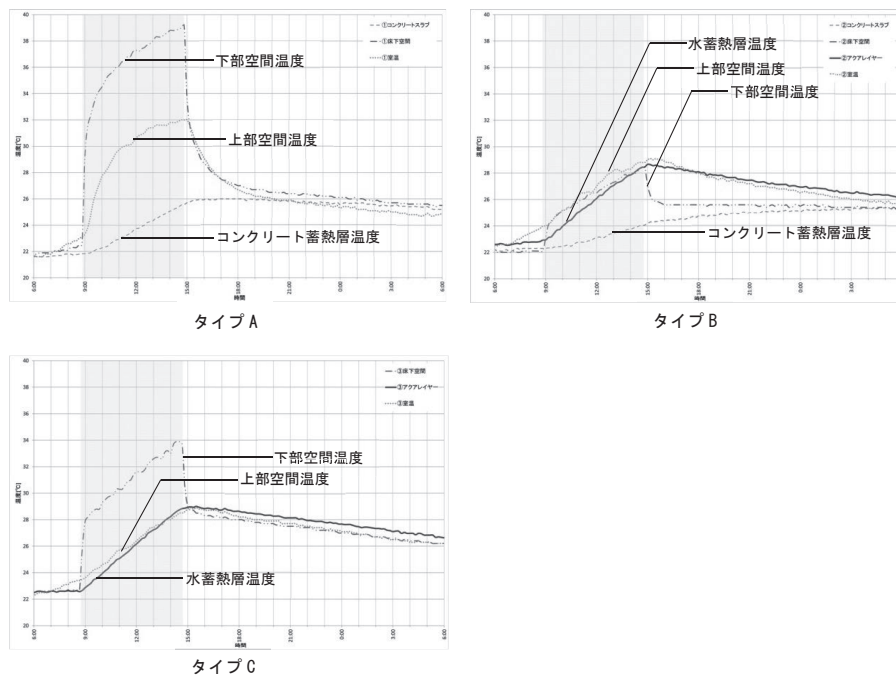


図2 A.B.Cの温度測定グラフ

熱源を入れると下部床下空間の温度は急上昇し、それに伴い床上空間の温度も急速に上昇した。熱源を切った後は、上下空間温度はコンクリート温度まで急速に低下し、その後コンクリートと同じ低下傾向だった。

(2) コンクリート蓄熱層の上部に水蓄熱層を加えたタイプ(B)では、上下空間の温度上昇は水蓄熱層の温度上昇と同じ傾向である。また、熱源を切った後もコンクリートの温度が少しずつではあるが上昇している。さらに、その後の床下の温度の変化は殆ど一定温度を示した。

(3) 水蓄熱層のみのタイプ(C)の場合、水蓄熱層はタイプ(B)と同じ様な温度上昇傾向を示した。室温もタイプ(B)と同じ傾向である。下部空間温度は加熱初期は急上昇したが、直ぐに水蓄熱層と同じ上昇傾向になった。熱源を切った後の上部空間温度はほぼ水蓄熱層まで急降下し、その後、水蓄熱層と上下空間温度は同じように下がった。

《グラフから読み取れる蓄熱機構》

(1) タイプ(A)では、蓄熱はコンクリートの上面から「熱伝導」で行われるため、非常にゆっくり蓄熱される。一方、蓄熱されなかった熱は上下空間を温め、急速な空気温度上昇になった。その為、熱の供給が無くなると急速に空間温度は低下したが、時間と共にコンクリートのゆっくりとした放熱に伴って低下していった。今回の実験では蓄熱量は一番少

なかった。

(2) タイプ(B)では、上下の蓄熱層に熱が加えられ、水蓄熱層が対流により急速に熱を吸収して温度が上がり始める。コンクリート蓄熱層はゆっくり熱伝導で温度が上昇して行く。熱源が切られると同時に水蓄熱層は放熱が始まるが、コンクリート蓄熱層はゆっくりではあるが更に上昇を続ける。タイプ(A)のコンクリート蓄熱層だけの場合は熱源が切られると少しの間は上昇傾向を示すが直ぐにゆっくりと放熱して行く事を考えると、タイプ(B)のコンクリート蓄熱層の温度上昇は温度の高い水蓄熱層からの輻射により熱が得られて事によると思われる。(図3 タイプ(B)の蓄熱のメカニズム)

また、下部の空間温度は水蓄熱層とコンクリート蓄熱層の中間温度を示し、長時間かなり一定である。

翌朝の朝6時の時点で蓄熱量は、水蓄熱層分+コンクリート蓄熱層分になり、タイプ(A)及びタイプ(C)の約2倍の熱量が蓄熱されている事になる。今回の実験では蓄熱量が一番多かった。

(3) タイプ(C)の水蓄熱層では、コンクリート蓄熱層単独のタイプ(A)にくらべ、対流により急速に多くの熱が蓄えられる。他方、対流による為、伝導で放熱するタイプ(A)より放熱割合は大きかった。

《考察》

本実験は現在の木造構造を前提にしている為、コ

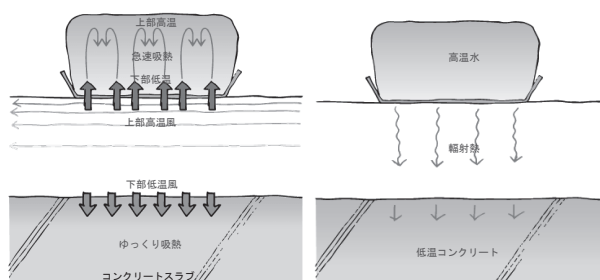


図3 タイプBの蓄熱メカニズム

ンクリート蓄熱層も水蓄熱層も水平に層状に配置している。この構造による実験結果について考察する。

(1) 限られた時間で太陽熱を効率よく蓄熱するためには、ゆっくりした熱伝導の蓄熱ではなく、対流による急速な熱の取り込みが必要である。

(2) 太陽熱を蓄熱する際には、蓄熱材料の計算上の熱容量だけでなく、熱を取り込み移動させる対流、伝導、輻射などのメカニズムを加味して考えねばならない。

(3) 蓄熱材料としての水は熱容量が大きいと同時に対流によりスムーズに蓄熱することが可能であるため、太陽熱の一次蓄熱材料に向いている。しかし、その分、放熱もスムーズに行われるため、よりゆっくりと放熱される構造等の工夫が必要である。

(4) この実験結果から見ると、熱伝導で蓄熱するコンクリートを単独で使用する事は、ソーラーハウス用の蓄熱材としては余り有効ではない様に思われる。

(5) 限られた時間内に太陽熱を効率よく蓄熱する為には、熱を急速に取り込む事が出来る水の一次蓄熱層と、ゆっくりと放熱するコンクリートの二次蓄熱層を組み合わせた「水・コンクリートツイン蓄熱方式」が有効であることがわかった。

(6) 集熱効率の良い集熱器で集熱した太陽熱を、集

熱している時間内に効率よく蓄熱できる蓄熱構造を用いることにより、化石エネルギーによる補助熱源に頼らないソーラーハウスを実現する可能性が見えてきた。

5. おわりに

今回の実験は、晴れた1日に集熱した太陽熱の多くを効率良く蓄熱する為の構造について検討した報告である。しかし、実際の生活では太陽熱エネルギーが何日か得られない事があり、それに対応できる蓄熱構造の更なる開発が必要である。

このまま行けば温暖化は更に加速度的に進み、地球環境は壊滅的な方向に進むかもしれない。一刻も早く太陽エネルギー社会、文明に移行しなければならない。

各人、各企業が太陽エネルギー社会への転換に向かって全力疾走しなければならない時に来ている。

筆者らは水蓄熱を進化させた、「水・コンクリートツイン蓄熱方式」を展開し、化石エネルギーを全く使用しない快適なソーラーハウス用蓄熱システムを社会に提供したいと思っている。

略歴

前田誠一

1969年東京理科大学理学部応用物理学科卒業後、徳力本店研究室、マミヤ光機開発部で技術開発に従事、その後床暖房業界に入り営業を体験、7年後に独立して現在33年。

アクアレイヤー水蓄熱床暖房を開発して23年。

(株)イゼナ 代表取締役社長

日本太陽エネルギー学会会員

日本建築学会会員