

EPDM ゴムを用いた屋根一体形太陽集熱器の開発

宮川保之

Development of Roof Solar Collector Using EPDM Rubber

Yasuyuki Miyakawa

Abstract

Using a solar collector as a part of a roof reduces the load on the roof, lowers the total cost, and provides a neat appearance. For this reason, some examples of development can already be found in Japan. However, when a collector is used as roofing material, sufficient care must be given to the construction and materials to be employed in order to prevent serious water leakage from a collector plate broken due to freezing or fatigue. Taking these conditions into consideration a roof solar collector using a collector plate made of special synthetic rubber (EPDM rubber) was newly developed, and it was shown to have various merits.

概要

太陽集熱器を屋根と一体化することは屋根荷重の軽減、美観の向上、総合的なコストダウンの点で有利である。今回は屋根としての防水性、耐食性をさらに高める目的で特殊合成ゴム (EPDM ゴム) を集熱板に用いた屋根一体形の集熱器の開発を行なった。この集熱器はガラスを支持するガスケット部分もゴム製であり、気密性の向上とともにガラスの着脱が容易な構造となっている。また集熱板がゴム製であるため万一、内部の水が凍結しても破損せず、システム全体が単純化できる利点がある。

1. はじめに

太陽集熱器を屋根と一体化することは美観上優れ、また重複する部材を省くことができるので屋根荷重の軽減とともに大幅なコストダウンが期待できる。しかしながら集熱器が屋根の一部になるため雨水の浸入、集熱板の凍結破壊あるいは劣化による大量の水の流出などの事故は絶対に避けなければならない、集熱器の構造、材料の選択には十分な配慮が必要である。

今回、開発した屋根一体形集熱器は集熱板として特殊合成ゴム (EPDM ゴム) 製のものを用いていることが最大の特長である。さらに防水性能を一層向上させるためガラスを保持するガスケット部分にもゴムを使用している。ガスケットをすべてゴム製とした第一次試作品、ガスケットの下半分をアルミ押出材とした第二次試作品、アルミ押出材を包みこむようなゴムガスケットを用いた上で、このガスケットでガラスと集熱板の両方を保持する第三次試作品それぞれについて種々の検討を行なった。

2. EPDM ゴム製集熱板を用いた屋根一体形太陽集熱器の特長

今回の集熱板の素材である EPDM (ethylen propylene diene monomer) ゴムは1955年イタリアで開発された合成ゴムである。この EPDM ゴムを図-1 に示すような断面形状に成形加工したものを集熱板としており、その利点は次の通りである。

- ①耐候性、耐熱性、耐オゾン性に優れている。
- ②伸縮性があり、内部の水による凍結破壊の心配がない。
- ③化学的に安定しており腐食の心配がない。
- ④サイズ選択が自由であり、施工性が良い。また巻けるので運搬に便利である。
- ⑤フインのない連続細管構造であるため熱伝導性がよい。
- ⑥圧力損失が少ない。(集熱板の幅 1 m, 水温 20°C, 循環流量 10 l/min の場合で長さ 1 m 当りの圧力損失は 10 mm H₂O 程度である。)

⑦ヘッダー部分は同質の EPDM ゴム製であり、集熱板と一体成形されているため水漏れの心配がなく流量の配分も均等になる。

本集熱器のガスケット部分はネオプレンゴム製であり、ガラスの着脱が容易な構造となっている。この結果、集熱器システムとしては前述の利点のほか次のような特長が生まれた。

- ①ガスケット、集熱板ともゴム製であり、互いに接合することにより極めて防水性の高い構造となる。
- ②集熱器内部の水が万一、凍結しても破損しないためシステム全体が単純化される。
- ③ガスケットの間に歩行用通路を自由に設置することができる。
- ④ガスケット部分が小さいため有効集熱面積が増大する。
- ⑤重複する部材が省略できるので屋根荷重が大幅に減少し、コストダウンが可能である。

今回、開発した集熱器形状としては図-2 に示すような3種類である。それぞれに特長がありケースに応じて

使いわけることになる。特に第一次試作品に関してはガスケット部分がすべてゴムであり、接着強度、施工工数、施工精度など、確認すべき点が多いため都下清瀬市の当社技術研究所内に実大の実験システム（有効集熱面積 18.4 m²）を建設した。

本集熱器の歩行用通路としては図-3 に示すように任意の位置に設置が可能であるが、集熱器2～3ユニットごとに設けるのが標準的である。集熱板の幅は 970 mm であるため集熱器1ユニット当りの幅は第一次、第二次試作品では 1,050 mm、第三次試作品では 980 mm となった。集熱器のガラスは 3mm 半強化ガラスを用いている。ガラスはゴムガスケットの頂部のジッパーを使用することにより容易に着脱ができるため、施工の大幅な簡略化が可能となった。

3. 第一次試作品の性能測定

3.1. 集熱性能

完成した実験システムにおいて昭和58年4月～5月の時期に集熱効率の測定を行なった。実験結果を図-4 に示す。この集熱性能は一般の選択吸収面をもつ集熱器に

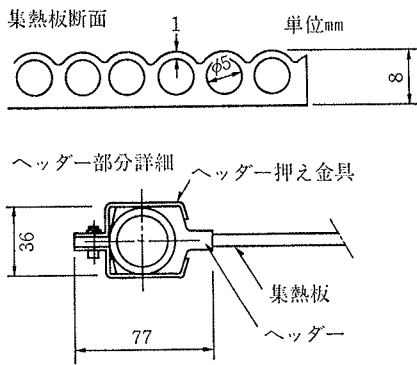


図-1 ゴム製集熱板の形状

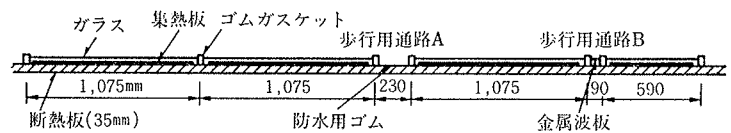


図-3 集熱器システムの断面形状および歩行用通路
 (今回、技術研究所内に試作した第一次試作品実験システムである。歩行用通路としては異なる二つのタイプを試験的に設置している。)

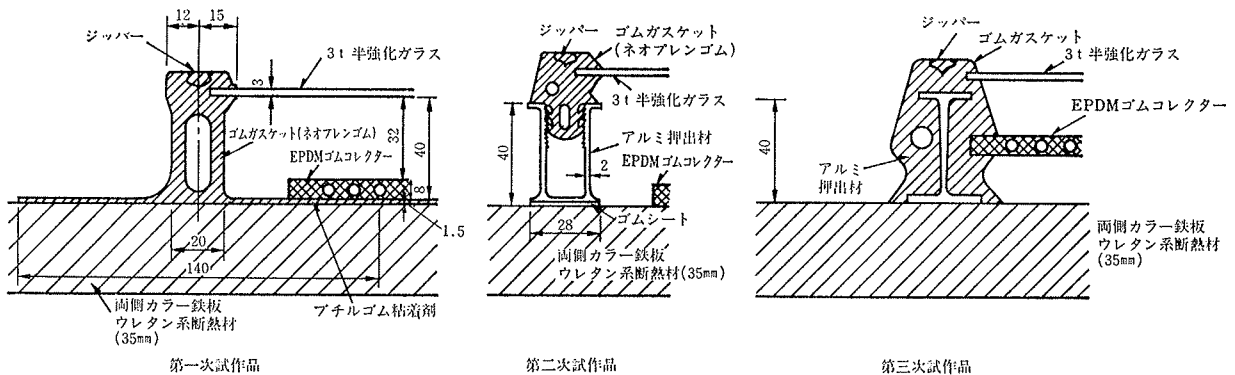


図-2 開発集熱器の断面形状

比べると高温域では効率が低下するものの暖房、給湯レベルでは5～8%の低下が見られる程度である。なお本集熱器では最初はガラスの内側の空気層を完全密閉としたがガラスの内表面での結露がはげしいため、途中からガスケットの水蒸気抜き穴(6mmφ)を1.5m間隔であけた。この結果、結露は完全にとまり、また集熱効率にもほとんど影響は見られなかった。

3.2. 耐候性, 耐熱性

本集熱器の耐候性, 耐熱性の試験を行なった。集熱板の耐候性に関してはJIS A1415による促進曝露試験を行なったが1000時間照射後でも材質自体にはほとんど変化が見られなかった。集熱板の耐熱試験結果を図-5に示す。次にガスケットと鉄板との間の接着強度の実験結果を図-6に示す。温度が100℃を越えると接着強度は低下するが通常の使用状態(60℃以下)では、全く問題

がないことがわかる。図-7, 図-8は温度変化によるガスケットののびと曲がり量の変化を示したものである。ガスケットの長さとしては平均寸法で88.6cmのものを用いている。25℃の常温に比較して70℃におけるのび, 曲がり量とも2mm程度であるため, ガスケット全体でのゆがみはほとんど問題にならないものと思われる。

4. おわりに

本開発集熱器は当初から予想した通りの集熱性能が得られた。また耐熱, 耐候性に関しても通常の使用状態では全く問題が起こらないことが判明した。総合的な施工コストも市販の集熱器を屋根に設置する場合に比較して20～30%も低減することが確認された。

本集熱器開発はブリヂストンタイヤ(株)との共同開発である。また集熱器の細部ディテール作成に関しては本

社 建築本部 設計第二部 榛葉次長, 浜口職員に多大の御協力を得た。特に第三次試作品は設計第二部から提案されたものである。関係各位に謝意を表する次第である。

	第一次試作品	第二次試作品	第三次試作品
形状	ガスケット部分がすべてゴム製であり、下地鉄板とは接着剤で接合する。	ガスケットの上半分はゴム、下半分はアルミの押出材である。下地鉄板にはビスを打ち込んで固定する。	下地鉄板に接合されたアルミ押出材を包み込むような形状のゴムガスケットをはめこむ。ゴムガスケットはガラスと集熱板の両方をはさみ込む。
特長	<ul style="list-style-type: none"> ●ガスケット、集熱板ともゴム製であるため互に接着することにより防水性が高まる。 ●下地とは接着剤による接合のためガスケットの直線性確保のためには熟練が必要であり、施工手間がかかる。 	<ul style="list-style-type: none"> ●下地鉄板との間の防水性を高めるためには防水シートが必要である。 ●施工も含めた総合的コストでは最も安価である。 	<ul style="list-style-type: none"> ●ガラス、集熱板、下地鉄板と防水層が3重となるため防水性がきわめて高い。 ●集熱板の裏側が空気層であるため集熱板自体のヒートロスが極めて小さい。

表-1 開発集熱器の特性比較

試験項目	規格	試験条件	概要	試験項目	規格	試験条件	概要
空気熱劣化後の引張り特性(図-5)	JIS K6301	60℃、80℃、100℃ 0～6,144時間(256日)	左記温度条件下で集熱板材料をセットし約96時間ごとに試料を取出し、ゴムの引張り特性を調べる。	ゴム製ガスケットの温度による長さ変化(図-7)	独自の評価法	試験温度 ①25℃ ②50℃(パネル60℃) ③70℃(パネル80℃) 試料は片口ガスケット	①ゴム製ガスケットとパネル鉄板を接着剤を用いて貼り付ける。 ②上記①を7日間室温下にて熟成し試料とする。 ③試料の各位置間の長さを計り、初期長さとする。 ④試料を左記温度下のオープンに入れ60分処理し、2分以内に各位置の長さを計る。
ゴム製ガスケットとパネル鉄板との接着強度(図-6)	JIS K6301	試験温度 ①室温 25℃ ②室温 80℃ ③室温 120℃	①ゴム製ガスケットとパネル鉄板の両面に接着剤を塗布(約300g/m ²)とする。 ②両者を貼り合わせて室温下で7日間熟成する。 ③熟成した試料を左記温度条件下で剥離テスト(80℃、120℃の試験はオープンで60分処理し、1分以内に評価する。)	ゴム製ガスケットの温度による曲がり量の変化(図-8)	独自の評価法	試験温度 ①25℃ ②50℃ ③70℃ 試料は片口ガスケット	①パネル鉄板にガスケットの貼り付け位置を野書き。 ②野書き線に沿ってガスケットを貼り付ける(接着剤使用)。 ③上記②を7日間室温にて熟成し試料とする。 ④試料の初期曲がりを選定し、各温度の状態を調べる。

表-2 耐候性, 耐熱性の試験概要

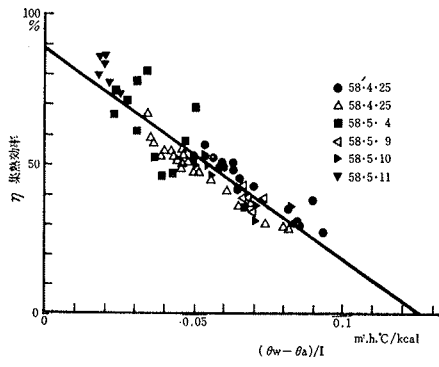


図-4 集熱効率の測定結果
(第一次試作品)

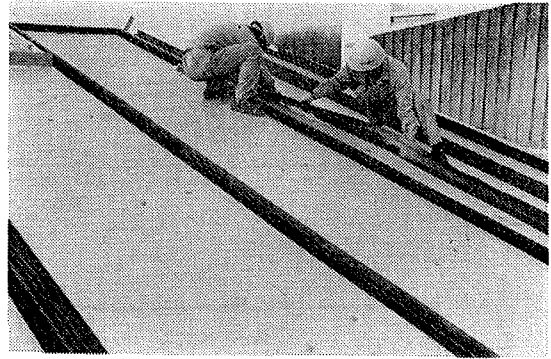


写真-1 ゴム製ガスケットの設置
(第一次試作品)

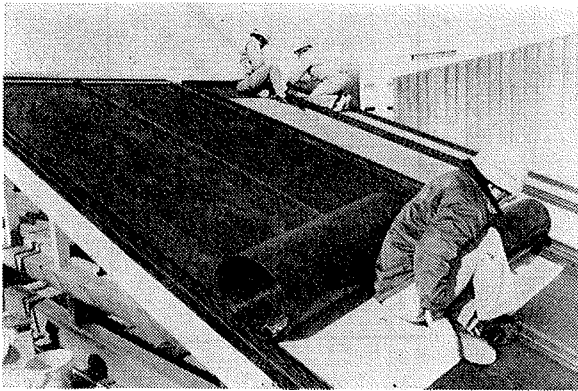


写真-2 ガスケットの間に EPDM ゴム製
集熱板を設置
(第一次試作品)

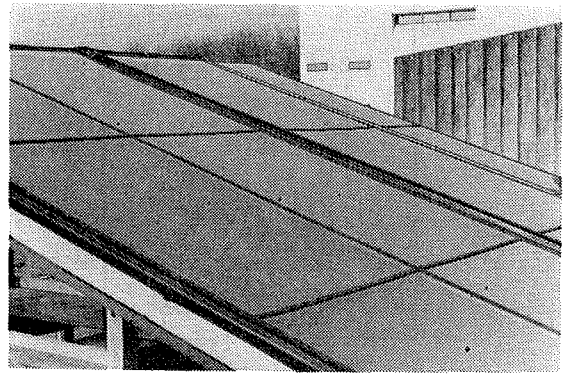


写真-3 第一次試作品外観

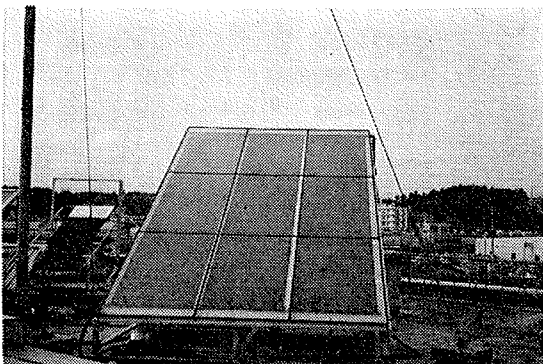


写真-4 第二次試作品外観

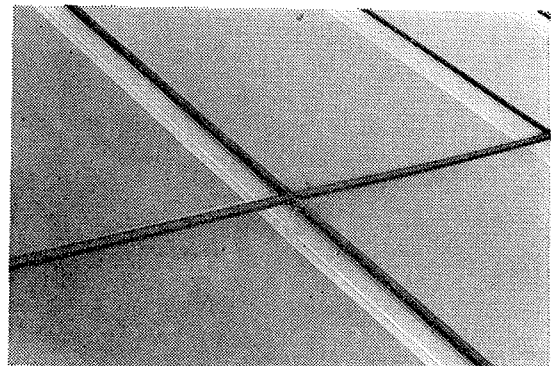


写真-5 第二次試作品外観

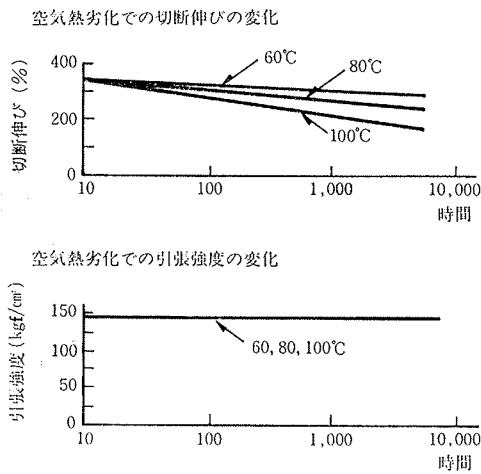


図-5 本集熱板の耐熱試験結果

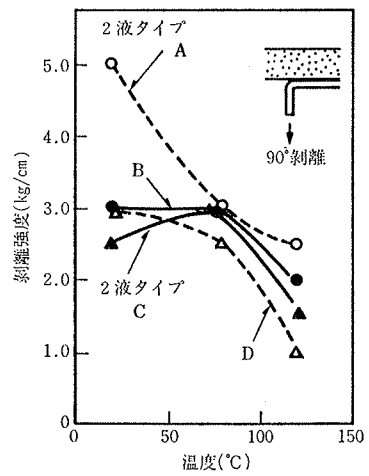


図-6 ゴム製ガスケットの接着強度の変化 (第一次試作品)

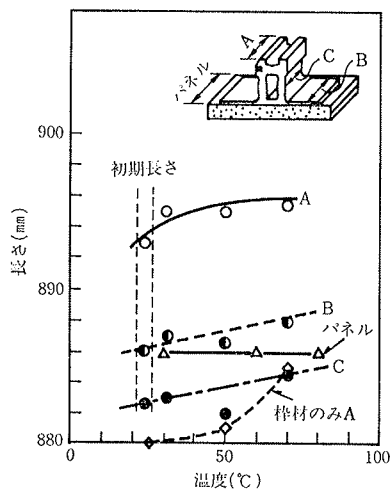


図-7 ゴム製ガスケットの温度による長さ変化 (第一次試作品)

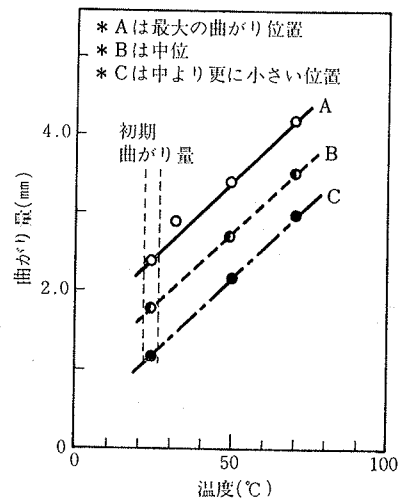


図-8 ゴム製ガスケットの温度による曲がり量の変化 (第一次試作品)