

ポリブテン管を用いた太陽熱コレクターの研究 (その 1)

—夏期の集熱実験—

田中 辰明 佐羽内 真知子
(本社建築本部設備部)
西岡 利晃

Research on Solar Heat Collection by Polybuten Pipe (Part 1) —Heat Collection Test in Summer—

Tatsuaki Tanaka Machiko Sabanai
Toshiaki Nishioka

Abstract

For wide use of solar energy, the first step required is to develop a new collector which is inexpensive and yet has high efficiency. This present study comprises one such an effort in which solar heat is collected with trial apparatus having polybuten pipes. Polybuten is a variety of plastic and pipe made of the material is resistant to heat and is highly flexible. In Europe, this type of pipe is being widely used in piping for hot-water supply and panel heating. In the experiments by the authors, inlet and outlet temperatures of water were measured circulating 320 l at a flow of 10 l/min. The measurements were made for about 10 days during the summer selecting days of strong sunshine, days of cloudy weather, and days of variable weather. The amounts of heat collected and efficiencies were obtained. The results shows in summer, this collector made by polybuten pipe of 1/2 in diameter and of 200 meter long produces as much hot water as to use for the kitchen and the bath in the residence.

概 要

我が国でも石油危機を機会に太陽熱の積極的利用が、真剣に取り組まれている。太陽熱利用には、何よりも安価で効率のよいコレクターの開発が必要である。そのような研究の一環として安価で簡単な集熱器を試作し、集熱実験を行った。ポリブテン管は熱に強く、可撓性に富み、腐食に強く工作しやすいので、ヨーロッパでは給湯配管や、パネルヒーティングの配管材として多く使われている。

実験は、320 lの水を10 l/minの流量で循環させ、コレクター出入口水温等を測定した。測定は夏期に日射の強い日、変化の激しい日等を選び10日間近く行った。測定結果より集熱量、集熱効率を求めた。ポリブテン管を使用することで比較的簡単に太陽熱コレクターを作ることができ、1/2B管を200m使用することで、夏期に一般家庭の入浴用を含めた給湯に充分使えることが判明した。

1. はじめに

ポリブテン管は、欧州で開発されたポリブテン樹脂製のパイプで分子量が極めて大きいため、従来の樹脂パイプの欠陥である、紫外線に弱い、凍結に弱い等の欠点を克服したパイプで、かつ人体に無害である等の長所を持つ。数々の特長を持つポリブテンパイプの物理的諸性質の一部を表一に示す¹⁾。従来は、配管材として給水、給湯、ロードヒーティングの埋設管等に広く用いられている²⁾。黒く硬性で可撓性に富んでいるため、これを太陽熱のコレクターとして利用することを試みたものである。すでにプール用の太陽熱コレクターとしての使用例がある³⁾。コストの面においてもロールボンドタイプのコレクターに比べて比較的安

項目	単位	物性	試験法
色相		黒	
比重		0.914	ASTMD 792B
降伏点・応力	kg/cm ²	200	ASTMD 638
引張強度	kg/cm ²	380	"
曲げ強度	kg/cm ²	250	ASTMD 790
軟化点	°C	120	ASTMD 1525
脆化温度	°C	-26	" 746-579
熱伝導係数	Kcal/mh·°C	0.20	" 177
線膨張抵抗	/°C	1.2×10 ⁻⁴	" 696

表一 1 ポリブテン管パイプ材質の物理的性質 (文献 1)

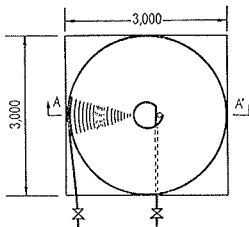
価で、施工も楽である等の長所を持つ。

2. 装置の概要

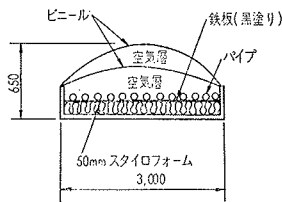
2.1. コレクターの構造

コレクターの仕様	
1. コレクター本体 ポリブテン管	面積3000×3000の表面黒色塗装した 鉄板にスパイラル状に巻いて設置 外径=23mm 長さ=199m
2. フレーム 断熱 カバー	木製 3000×3000 鉄板の裏面厚 50mmスタイロフォーム 厚 0.5mm透明プラスチックフィルム二重

表一2



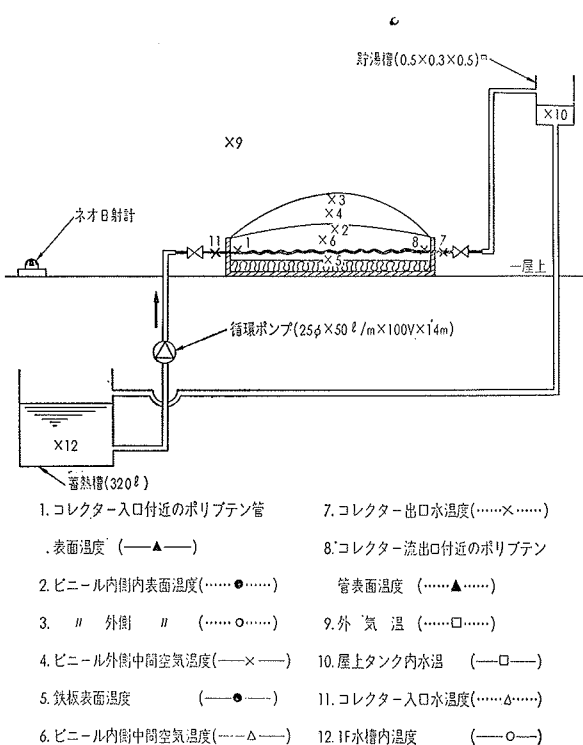
図一1 コレクター平面図



図一2 コレクター断面図

2.2. コレクター系統図

一連のコレクターによる集熱実験装置の系統図を、図一3に示す。コレクターは、屋上に水平に設置した。



図一3

3. 測定概要

各測定点は、図一3に示した。温度測定はすべて、C-C熱電対を使用し、測定に電子管式指示記録計を用い記録した。日射量はネオ日射計を用いた。測定中は一日を通じて快晴に近い日(図一4)と、雲によりしばしば日射がさえぎられる日(図一5)があった。なお、実験に入る前に水を循環させず放置しておいたらポリブテン管が破損したので、実験最後に再度水を循環させずに放置し、破損の原因を検討した。(図一6)

3.1. 集熱効率

前述の温度測定記録をもとに、コレクターの集熱量及び集熱効率を以下に示す式で求めて図一7に示した。

集熱量(kcal/m²・h) :

$$q = \frac{\Delta\theta \cdot C_p \cdot \gamma \cdot Q}{S}$$

ここに

$\Delta\theta$: コレクター出入口温度差(°C)

C_p : 水の比熱 (kcal/kg・°C)

γ : 水の比重 (kg/m³)

Q : 流量(m³/h)

S : 集熱面積(m²)

集熱効率 :

$$\eta = \frac{q}{I} \quad I : \text{ネオ日射計による測定日射量 (kcal/m}^2 \cdot \text{h)}$$

系統図より明らかな様に、一定水量をポンプで循環させるだけの簡単な装置で、入口水温の制御も行っていないため、集熱量、集熱効率として、高い精度の追求はできない。参考のためロールポンドのものと比較するために、ロールポンドの効率を図一7に併用した。

4. 測定結果

各部の温度、日射量、集熱量を図一4~6に示した。晴れの日に関して、全体的に温度が上がったのは13時で、ポリブテン管内の水温は平均およそ52°Cになっている。14時以降になると温度の降下が認められる。集熱量は12時が最高で400kcal/m²・h、集熱効率が53%ぐらいである。雲り時々晴れの日では、日射量が快晴日の半分ぐらいなので、温水温度も最高40°Cぐらいまでしか上がらなかった。又各測定点の温度差もあまり観察されなかった。集熱量は11時が最高で250kcal/m²・h、集熱効率が45%である。停電などによる事故を想定し、循環ポンプを停止し一日放置して、ポリブテン管の耐熱強度を調べた。図一6を見ると日射量が多くなるに従って管内水温は全体に急激に高くなっており、測定点の一部は、100°Cをこえている。

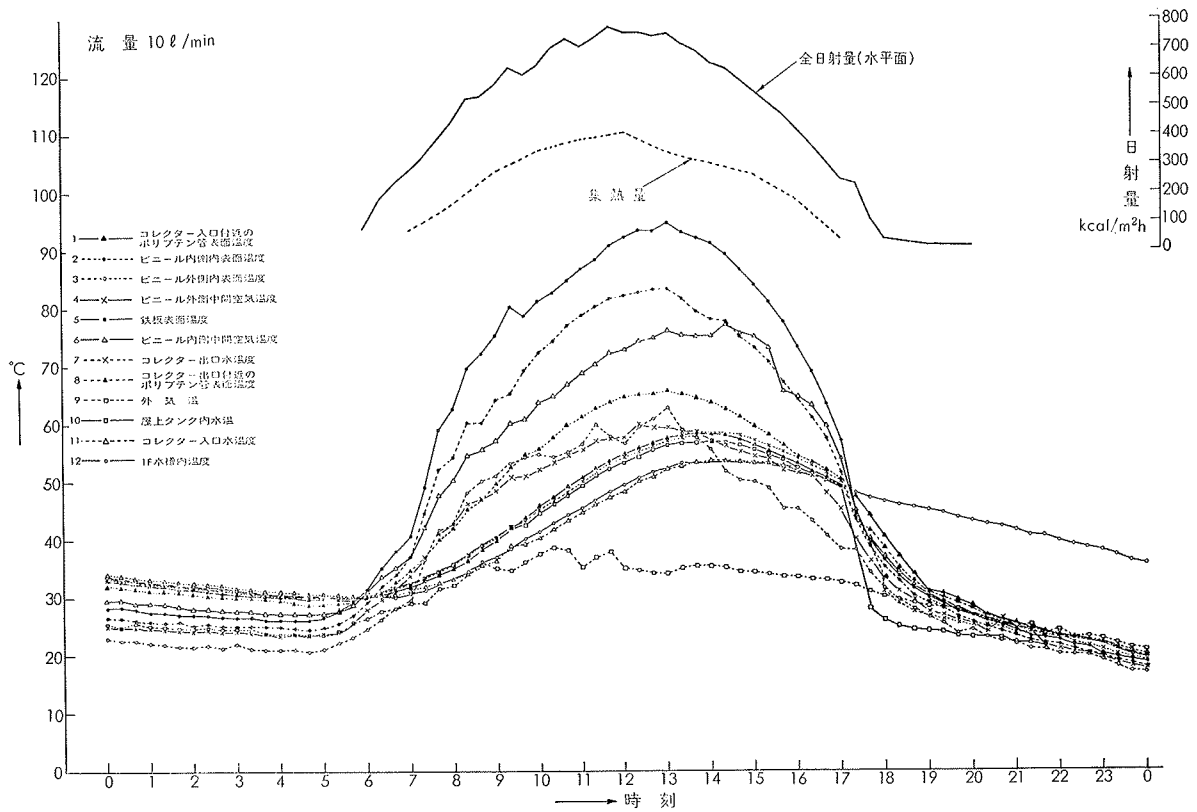


図-4

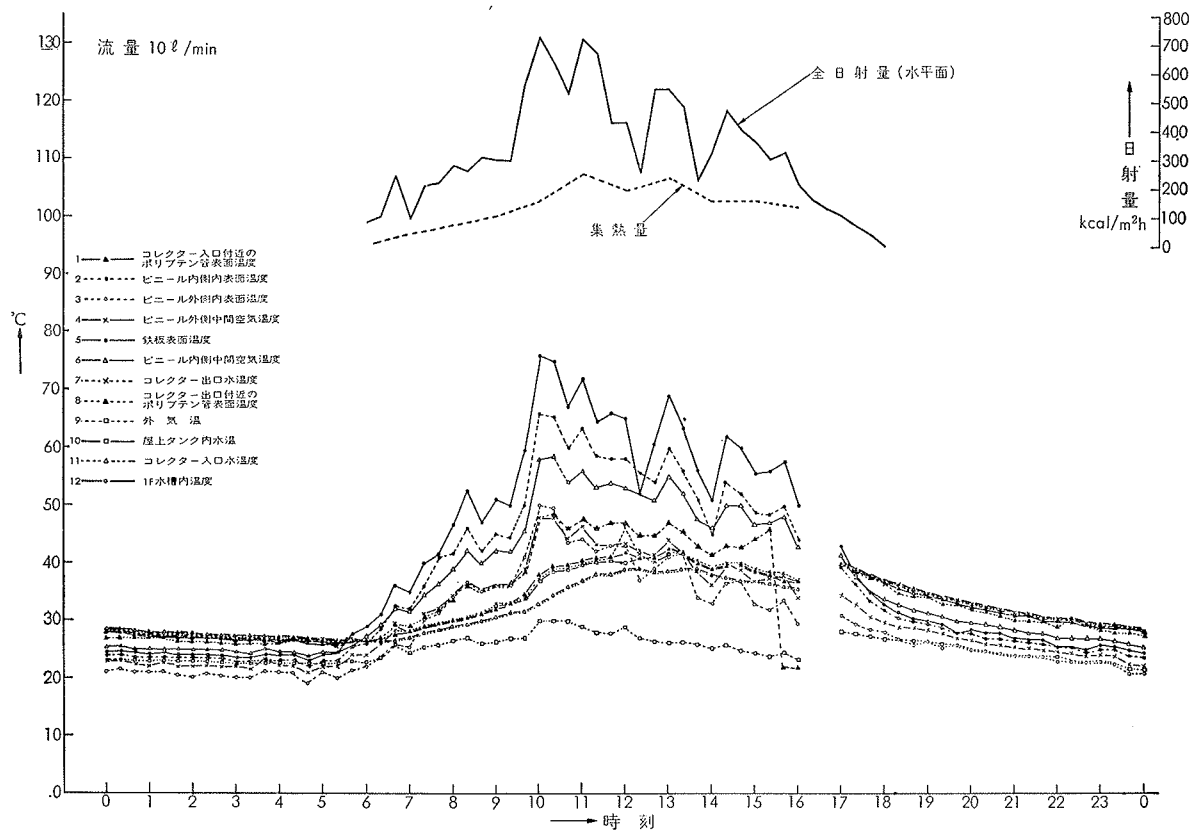


図-5

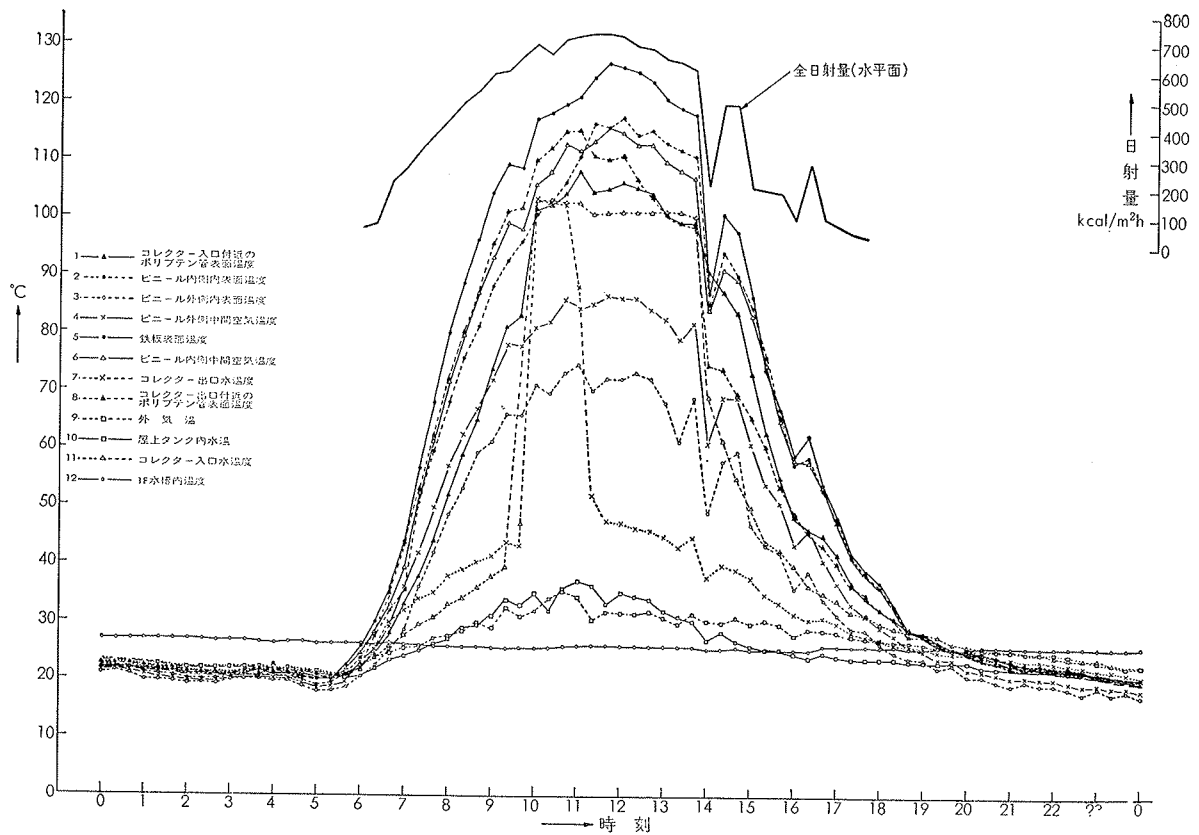


図-6

5. まとめ

320 l の水を、10l/min の水量で6時間循環させ50°C (水温上昇にして30°C) の温水を得、9600kcal集熱した。標準家庭の風呂も含めた使用湯量を充分まかなえることが、判明した。実験に用いたコレクターの効率、入口水温30~50°Cで約40%程度である。又ポリブテン管の破損実験の結果、水の循環が停止し、日射の強い夏期には、破損も観察された。これはパイプのフレキシビリティが失われたことも一因と考えられ、対策は今後の課題である。

参考文献

- 1) 配管と装置：配管技術研究協会発行 1972-12
- 2) Building Science Engineer：July, 1974 Volume 42, p.-A・16
- 3) Newzealand Engineering：15 August 1974 p. 234
- 4) 松尾 陽：気象日射及び集熱シミュレーション，太陽熱暖冷房のシステム開発セミナー，ソフトサイ

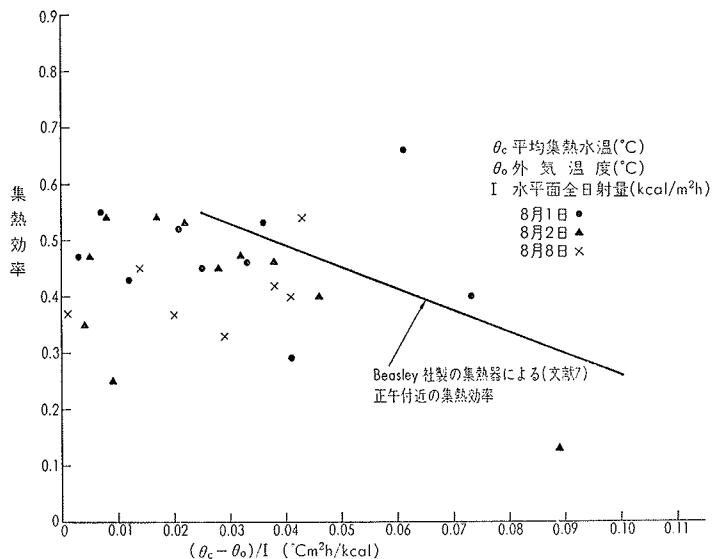


図-7

エンス社

- 5) Heating/Piping/Airconditioning：September 1974 p. 65
- 6) H & VE：November 1974 p. 171
- 7) 中原，宮川，山本，伊藤，市川：建築学会学術講演梗概集，1975-10, p. 403