

第二節 太陽熱利用給湯設備

1. 適用範囲

本計算方法は、用途が住宅である建築物又は建築物の部分に設置された太陽熱利用給湯設備(太陽熱温水器又はソーラーシステム)の補正集熱量及びソーラーシステムの循環ポンプの消費電力の計算に適用する。

2. 引用規格

JIS A4111: 2011 太陽熱温水器
 JIS A4112: 2011 太陽集熱器
 JIS A4113: 2011 太陽蓄熱槽
 JIS B7552: 2011 液体用流量計の校正方法及び試験方法
 ISO 9488: 1999 Solar energy -Vocabulary

3. 用語の定義

第一章の定義を適用する。

4. 記号及び単位

4.1 記号

本計算で用いる記号及び単位は表 1 による。

表 1 記号及び単位

記号	意味	単位
A	太陽方位角	°
A_{sp}	太陽熱集熱部の有効集熱面積	m ²
f_{sh}	太陽熱温水器の分担率上限値	—
$f_{sp,p}$	太陽熱集熱部の集熱効率	—
$f_{sp,s}$	太陽熱利用給湯設備のシステム効率	—
f_{ss}	ソーラーシステムの分担率上限値	—
h	太陽高度	°
$HC_{ss,tnk}$	ソーラーシステムのタンク蓄熱量	MJ
I_d	太陽熱集熱部設置面の単位面積当たりの天空放射量	W/m ²
I_D	太陽熱集熱部設置面の単位面積当たりの直達日射量	W/m ²
I_{DN}	法線面直達日射量	W/m ²
I_{sky}	水平面天空日射量	W/m ²
$L_{ss,tnk}$	ソーラーシステムのタンク容量補正集熱量	MJ/日
L_{sun}	太陽熱利用給湯設備による補正集熱量	MJ/日
L'	節湯補正給湯熱負荷	MJ/日
P_{ss}	ソーラーシステムの循環ポンプの消費電力	W
P_α	太陽熱集熱部の方位角	°

記号	意味	単位
P_{β}	太陽熱集熱部の傾斜角	°
q_{sp}	太陽熱集熱部設置面の単位面積当たりの平均日射量	W/m ²
$q_{ss,pl}$	ソーラーシステムの循環ポンプの稼働閾値	W/m ²
Q	基準集熱量	MJ/日
Q_{sp}	1日当たりの太陽熱集熱部設置面の単位面積当たりの日射量	MJ/m ² 日
R	集熱総面積に対する有効集熱面積の割合	—
t_{ss}	ソーラーシステムの循環ポンプの1日当たりの稼働時間	h/日
$W_{ss,tnk}$	ソーラーシステムのタンク容量	L
α_{tnk}	ソーラーシステムのタンク有効利用率	1/日
$\theta_{ex,s,Ave}$	日平均太陽熱外気温度	°C
$\theta_{ex,s,prd,Ave}$	期間平均太陽熱外気温度	°C
θ_{sh}	太陽熱温水器が使用できる外気下限温度	°C
$\theta_{ss,tnk}$	ソーラーシステムのタンク内温度	°C
θ_{wtr}	日平均給水温度	°C

4.2 添え字

本計算で用いる添え字は表2による

表2 添え字

添え字	意味
$b1$	浴槽水栓湯はり
$b2$	浴槽自動湯はり
$ba1$	浴槽水栓さし湯
d	日付
k	台所水栓
s	浴室シャワー水栓
t	時刻
w	洗面水栓

5. 太陽熱温水器

日付 d における1日当たりの太陽熱利用給湯設備による補正集熱量 $L_{sun,d}$ は、式(1)により表される。ただし、式(2)により表される太陽熱温水器が使用できる条件を満たさない場合は、0とする。

$$L_{sun,d} = \min(Q_d, (L'_{k,d} + L'_{s,d} + L'_{w,d} + L'_{b1,d} + L'_{b2,d} + L'_{ba1,d}) \times f_{sh}) \quad (1)$$

ここで、

- $L_{sun,d}$: 日付 d における1日当たりの太陽熱利用給湯設備による補正集熱量(MJ/日)
- Q_d : 日付 d における1日当たりの基準集熱量(MJ/日)
- f_{sh} : 太陽熱温水器の分担率上限値
- $L'_{k,d}$: 日付 d における1日当たりの台所水栓における節湯補正給湯熱負荷(MJ/日)
- $L'_{s,d}$: 日付 d における1日当たりの浴室シャワー水栓における節湯補正給湯熱負荷(MJ/日)
- $L'_{w,d}$: 日付 d における1日当たりの洗面水栓における節湯補正給湯熱負荷(MJ/日)
- $L'_{b1,d}$: 日付 d における1日当たりの浴槽水栓湯はり時における節湯補正給湯熱負荷(MJ/日)
- $L'_{b2,d}$: 日付 d における1日当たりの浴槽自動湯はり時における節湯補正給湯熱負荷(MJ/日)
- $L'_{ba1,d}$: 日付 d における1日当たりの浴槽水栓さし湯時における節湯補正給湯熱負荷(MJ/日)

であり、太陽熱温水器の分担率上限値 f_{sh} は0.9とする。

太陽熱温水器が使用できる条件

$$\theta_{ex,s,prd,Ave,d} \geq \theta_{sh} \quad (2)$$

ここで、

$\theta_{ex,s,prd,Ave,d}$: 日付 d を基準とした期間平均太陽熱外気温度(°C)

θ_{sh} : 太陽熱温水器が使用できる外気下限温度(°C)

であり、太陽熱温水器が使用できる外気下限温度 θ_{sh} は5°Cとする。

6. ソーラーシステム

日付 d における1日当たりの太陽熱利用給湯設備による補正集熱量 $L_{sun,d}$ は、式(3)により表される。

$$L_{sun,d} = \min(L_{ss,tnk,d}, (L'_{k,d} + L'_{s,d} + L'_{w,d} + L'_{b1,d} + L'_{b2,d} + L'_{ba1,d}) \times f_{ss}) \quad (3)$$

ここで、

$L_{sun,d}$: 日付 d における1日当たりの太陽熱利用給湯設備による補正集熱量(MJ/日)

$L_{ss,tnk,d}$: 日付 d における1日当たりのソーラーシステムのタンク容量補正集熱量(MJ/日)

f_{ss} : ソーラーシステムの分担率上限値

$L'_{k,d}$: 日付 d における1日当たりの台所水栓における節湯補正給湯熱負荷(MJ/日)

$L'_{s,d}$: 日付 d における1日当たりの浴室シャワー水栓における節湯補正給湯熱負荷(MJ/日)

$L'_{w,d}$: 日付 d における1日当たりの洗面水栓における節湯補正給湯熱負荷(MJ/日)

$L'_{b1,d}$: 日付 d における1日当たりの浴槽水栓湯はり時における節湯補正給湯熱負荷(MJ/日)

$L'_{b2,d}$: 日付 d における1日当たりの浴槽自動湯はり時における節湯補正給湯熱負荷(MJ/日)

$L'_{ba1,d}$: 日付 d における1日当たりの浴槽水栓さし湯時における節湯補正給湯熱負荷(MJ/日)

であり、ソーラーシステムの分担率上限値 f_{ss} は0.9とする。

日付 d における1日当たりのソーラーシステムのタンク容量補正集熱量 $L_{ss,tnk,d}$ は、式(4)により表される。

$$L_{ss,tnk,d} = \min(Q_d, HC_{ss,tnk,d} \times \alpha_{tnk,d}) \quad (4)$$

ここで、

Q_d : 日付 d における1日当たりの基準集熱量(MJ/日)

$HC_{ss,tnk,d}$: 日付 d におけるソーラーシステムのタンク蓄熱量(MJ)

$\alpha_{tnk,d}$: 日付 d におけるソーラーシステムのタンク有効利用率(1/日)

である。

日付 d におけるソーラーシステムのタンク有効利用率 $\alpha_{tnk,d}$ は、日付 d によらず1.0に等しいとする。

日付 d におけるソーラーシステムのタンク蓄熱量 $HC_{ss,tnk,d}$ は、式(5)により求めることとする。

$$HC_{ss,tnk,d} = (\theta_{ss,tnk} - \theta_{wtr,d}) \times W_{ss,tnk} \times 4.186 \times 10^{-3} \quad (5)$$

ここで、

$\theta_{ss,tnk}$: ソーラーシステムのタンク内温度(°C)

$\theta_{wtr,d}$: 日付 d における日平均給水温度(°C)

$W_{ss,tnk}$: ソーラーシステムのタンク容量(L)

であり、ソーラーシステムのタンク内温度 $\theta_{ss,tnk}$ は65°Cとする。

ソーラーシステムのタンク容量 $W_{ss,tnk}$ は付録Aにより規定される。

日付 d における1日当たりのソーラーシステムの循環ポンプの消費電力量 $E_{E,ss,p,d}$ は、式(6)により表される。

$$E_{E,ss,p,d} = P_{ss,d} \times t_{ss,p} \times 10^{-3} \quad (6)$$

ここで、

$P_{ss,p}$: ソーラーシステムの循環ポンプの消費電力(W)

$t_{ss,d}$: 日付 d におけるソーラーシステムの循環ポンプの1日当たりの稼働時間(h/日)である。

ソーラーシステムの循環ポンプの消費電力 $P_{ss,p}$ は、表3の適用条件に当てはまるものを選択するものとする。

表3 ソーラーシステムの循環ポンプの消費電力 $P_{ss,p}$ の値と適用条件

項目	適用条件	値
省消費電力型	現時点では該当するポンプがない	40
上記以外の機種	すべてのポンプ	80

日付 d におけるソーラーシステムの循環ポンプの1日当たりの稼働時間 $t_{ss,d}$ は、日付 d の時刻 t における太陽熱集熱部設置面の単位面積当たりの平均日射量 $q_{sp,d,t}$ がソーラーシステムの循環ポンプの稼働閾値 $q_{ss,p,l}$ 以上の場合に単位時間動作するとし、日付 d においてその動作する時間を積算したものである。ここで、ソーラーシステムの循環ポンプの稼働閾値 $q_{ss,p,l}$ は、 $150(\text{W}/\text{m}^2)$ に等しいとする。

7. 基準集熱量

日付 d における1日当たりの基準集熱量 Q_d は、式(7)により表される。

$$Q_d = Q_{sp,d} \times A_{sp} \times f_{sp,p} \times f_{sp,s} \quad (7)$$

ここで、

Q_d : 日付 d における1日当たりの基準集熱量(MJ/日)

$Q_{sp,d}$: 日付 d における1日当たりの太陽熱集熱部設置面の単位面積当たりの日射量(MJ/m²日)

A_{sp} : 太陽熱集熱部の有効集熱面積(m²)

$f_{sp,p}$: 太陽熱集熱部の集熱効率

$f_{sp,s}$: 太陽熱利用給湯設備のシステム効率

である。ここで、太陽熱集熱部の集熱効率 $f_{sp,p}$ は0.4に等しく、太陽熱利用給湯設備のシステム効率 $f_{sp,s}$ は0.85に等しいものとする。

太陽熱集熱部の有効集熱面積 A_{sp} は、ISO 9488の8.6節「aperture area」に規定される方法により算出した値とするか、太陽熱温水器の場合、JIS A 4111に規定される集熱部総面積又は集熱貯湯部総面積に0.85を乗じた値であり、ソーラーシステムの場合、JIS A 4112に規定される集熱器総面積に0.85を乗じた値とする。

日付 d における1日当たりの太陽熱集熱部設置面の単位面積当たりの日射量 $Q_{sp,d}$ は、式(8)により表されるものとする。

$$Q_{sp,d} = \sum_{t=0}^{23} (q_{sp,d,t} \times 3600 \times 10^{-6}) \quad (8)$$

ここで、

$q_{sp,d,t}$: 日付 d の時刻 t における太陽熱集熱部設置面の単位面積当たりの平均日射量(W/m²)

であり、日付 d の時刻 t における太陽熱集熱部設置面の単位面積当たりの平均日射量 $q_{sp,d,t}$ は付録Bにより計算される。

8. 期間平均太陽熱外気温度

日付 d を基準とした期間平均太陽熱外気温度 $\theta_{ex,s,prd,Ave,d}$ は、式(9)により表される。

$$\theta_{ex,s,prd,Ave,d} = \sum_{i=0}^{30} \theta_{ex,s,Ave,d-15+i} / 31 \quad (9)$$

ここで、

$\theta_{ex,s,prd,Ave,d}$

: 日付 d を基準とした期間平均太陽熱外気温度(°C)

$\theta_{ex,s,Ave,d}$: 日付 d における日平均太陽熱外気温度(°C)

であり、第十一章「その他」第二節「日射に関する地域区分と日射量等」により規定され、「年間日射量地域区分」に応じて定まる。

付録 A ソーラーシステムのタンク容量

ソーラーシステムのタンク容量 $W_{ss,tnk}$ は JIS A 4113「太陽蓄熱槽」で規定される貯湯槽容量の小数点第一位を四捨五入し整数値とした値である。JIS A 4113「太陽蓄熱槽」で規定される貯湯槽容量の代わりに以下の方法により計測した値を使用することもできる。

ソーラーシステムの貯湯タンクが複数ある場合はそれぞれの貯湯タンクのタンク容量を合計した値で評価することができる。

A.1 タンク容量の測定方法

タンク容量は、タンクの構造により以下のいずれかの方法によって測定した値を用いることとする。試験時の蓄熱媒体は水を用いて行い、密度は $1.00\text{g}/\text{cm}^3$ とみなす。

A.1.1 開放型の場合

ソーラーシステムのタンク内の液体が大気に解放された構造(開放型)のものについては、タンクに $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ の水をゲージ圧 $344\text{kPa} \pm 34\text{kPa}$ の給水静水圧の下でボールタップ、液面スイッチ等の給水制御装置が閉止するまで給水し、その後、給水栓を止めて、排水口から排水した水の質量を JIS B7552 に規定する器差が $\pm 1\%$ の流量計を用いて測定した値とする。

A.1.2 密閉型の場合

ソーラーシステムのタンク内に大気圧を超える液体を貯蔵する構造(密閉型)のものについては、タンクに $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ の水をゲージ圧 80kPa の給水圧の下で満水状態まで給水し、その後、給水栓を止めて、排水口から排水した水の質量を JIS B7552 に規定する器差が $\pm 1\%$ の流量計を用いて測定した値とする。

付録 B 太陽熱集熱部設置面の単位面積当たりの平均日射量

日付 d 時刻 t における太陽熱集熱部設置面の単位面積当たりの平均日射量 $q_{sp,d,t}$ は、式(1)から式(3)により算出する。

$$q_{sp,d,t} = \begin{cases} I_{D,d,t} + I_{a,d,t} & (I_{D,i,d,t} \geq 0) \\ I_{a,d,t} & (I_{D,i,d,t} < 0) \end{cases} \quad (1)$$

$$I_{D,d,t} = I_{DN,d,t} \{ \sin h_{d,t} \cos P_{\beta} + \cos h_{d,t} \sin P_{\beta} \cos(P_{\alpha} - A_{d,t}) \} \quad (2)$$

$$I_{a,d,t} = I_{sky,d,t} \frac{(1 + \cos P_{\beta})}{2} \quad (3)$$

ここで、

- $q_{sp,d,t}$: 日付 d の時刻 t における太陽熱集熱部設置面の単位面積当たりの平均日射量(W/m²)
- $I_{D,d,t}$: 日付 d の時刻 t における太陽熱集熱部設置面の単位面積当たりの直達日射量(W/m²)
- $I_{a,d,t}$: 日付 d の時刻 t における太陽熱集熱部設置面の単位面積当たりの天空放射量(W/m²)
- $I_{DN,d,t}$: 日付 d の時刻 t における法線面直達日射量(W/m²)
- $I_{sky,d,t}$: 日付 d の時刻 t における水平面天空日射量(W/m²)
- $h_{d,t}$: 日付 d の時刻 t における太陽高度(°)
- $A_{d,t}$: 日付 d の時刻 t における太陽方位角(°)
- P_{α} : 太陽熱集熱部の方位角(°)
- P_{β} : 太陽熱集熱部の傾斜角(°)

である。日付 d 時刻 t における法線面直達日射量 $I_{DN,d,t}$ 、日付 d 時刻 t における水平面天空日射量 $I_{sky,d,t}$ 、日付 d 時刻 t における太陽高度 $h_{d,t}$ 及び日付 d 時刻 t における太陽方位角 $A_{d,t}$ は年間日射量地域区分に応じて、第十一章「その他」第二節「日射に関する地域区分と日射量等」に定める値とする。

太陽熱集熱部の方位角 P_{α} とは、太陽熱集熱部の法線方向の水平部分が真南に対して西回りに振れた角度であり、次表のようにその数値を丸めることができる。

表 B.1 太陽熱集熱部の方位角

方位角の範囲	丸めた値	方位角の範囲	丸めた値
-15度(345度)から15度	0度	165度から195度	180度
15度から45度	30度	195度から225度	210度
45度から75度	60度	225度から255度	240度
75度から105度	90度	255度から285度	270度
105度から135度	120度	285度から315度	300度
135度から165度	150度	315度から345度	330度

太陽熱集熱部の傾斜角 P_{β} は、水平面からの太陽熱集熱部の角度であり、設置した傾斜角の一の位を四捨五入した値とし、90度を超える場合は90度とする。