

第七章 給湯設備

第四節 電気ヒートポンプ給湯機

※2024年12月時点の第七章「給湯設備」第一節「給湯設備」の付録Eを基に作成。

1. 適用範囲

電気ヒートポンプ給湯機のエネルギー消費量の計算方法を規定する。

2. 引用規格

第七章「給湯設備」第一節「全般」による。

3. 用語の定義

本節で用いる主な用語および定義は、第七章「給湯設備」第一節「全般」による。

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_p	ヒートポンプの消費電力を求める回帰式の傾き	kW/°C
B_p	ヒートポンプの消費電力を求める回帰式の切片	kW
C_{def}	除霜効率係数	—
$E_{E,aux}$	補機の消費電力量	kWh/h
$E_{E,hs}$	給湯機の消費電力量	kWh/h
$E_{E,HP}$	ヒートポンプの消費電力量	kWh/h
$E_{E,HP1}$	ヒートポンプの消費電力量のうちの当該日における沸き上げ熱量に応じる運転分	kWh/h
$E_{E,HP2}$	ヒートポンプの消費電力量のうちの翌日における沸き上げ熱量に応じる運転分	kWh/h
$\dot{E}_{E,HP}$	ヒートポンプの消費電力量	kWh/d
$\dot{E}_{E,HP,bw}$	沸き上げに係るヒートポンプの消費電力量	kWh/d
$\dot{E}_{E,HP,def}$	除霜に係るヒートポンプの消費電力量	kWh/d
$E_{G,hs}$	給湯機のガス消費量	MJ/h
$E_{K,hs}$	給湯機の灯油消費量	MJ/h
e_{APF}	年間給湯効率	—
e_{HP}	ヒートポンプのエネルギー消費効率	—
\hat{e}_{HP}	ヒートポンプの M1 スタンダードモードエネルギー消費効率	—
e_{rtd}	当該給湯機の効率	—

記号	意味	単位
$e\tau_{HP1}$	当該日の沸き上げ熱量に応じるヒートポンプ運転開始からの経過時間数	h/d
$e\tau_{HP2}$	翌日の沸き上げ熱量に応じるヒートポンプ運転開始からの経過時間数	h/d
L''	太陽熱補正給湯熱負荷	MJ/d
$P_{aux,HP,off}$	ヒートポンプ停止時における補機の消費電力	W
$P_{aux,HP,on}$	ヒートポンプ運転時における補機の消費電力	W
P_{HP}	ヒートポンプの消費電力	kW
q_{HP}	ヒートポンプの加熱能力	kW
Q_{loss}	貯湯熱損失量	MJ
\dot{Q}_{loss}	貯湯熱損失量	MJ/d
\dot{Q}_{HP}	沸き上げ熱量	MJ/d
$R_{E,day}$	昼間消費電力量比率	%
$R_{\dot{Q}_{HP},day}$	ヒートポンプ昼間沸上率 1日当たりの沸き上げ熱量に対する昼間の沸き上げ熱量の比	—
R_{tnk}	貯湯タンク総括熱抵抗	K/W
r_{eHP}	実働効率比	—
r_{usg}	制御モードの利用率	—
$t_{HP,ref}$	沸き上げ時間帯の制御の参照時刻	
$t_{HP,start}$	沸き上げ開始時刻	—
$t_{HP,stop}$	沸き上げ終了時刻	—
θ_{bw}	沸き上げ温度	°C
θ_{bw}^*	当該条件の沸き上げ温度	°C
$\hat{\theta}_{bw}$	M1 スタンダードモード沸き上げ温度	°C
$\Delta\hat{\theta}_{bw}^*$	ファーストモードの M1 スタンダードモード沸き上げ温度とセカンドモードの M1 スタンダードモード沸き上げ温度の差の最小値	°C
$\theta_{ex,ave}$	沸き上げ時間帯の区分に対する平均外気温度	°C
$\theta_{ex,d,Ave}$	日平均外気温度	°C
$\theta_{ex,Nave}$	夜間平均外気温度	°C
θ_{ex}^*	当該条件の外気温度	°C
$\theta_{tnk,eq}$	等価貯湯温度	°C
τ_{HP}	ヒートポンプ運転時間数	h/h
τ_{HP1}	当該日の沸き上げ熱量に応じるヒートポンプ運転時間数	h/h
τ_{HP2}	翌日の沸き上げ熱量に応じるヒートポンプ運転時間数	h/h
$\tau_{HP,start}$	沸き上げ開始時刻におけるヒートポンプ運転時間数	h/h
$\hat{\tau}_{HP}$	ヒートポンプ運転時間数	h/d
$\hat{\tau}_{HP,max}$	ヒートポンプ運転時間数の上限	h/d
$\ddot{\tau}_{HP}$	ヒートポンプ運転時間数の合計	h/d

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
d	日付
t	時刻
$b1$	浴槽水栓湯はり
$b2$	浴槽自動湯はり
$ba1$	浴槽水栓さし湯
$ba2$	浴槽追焚

添え字	意味
<i>k</i>	台所水栓
<i>s</i>	浴室シャワー水栓
<i>w</i>	洗面水栓
<i>1st</i>	ファーストモード
<i>2nd</i>	セカンドモード
<i>cm</i>	沸き上げ熱量の制御モード
<i>frst</i>	着霜期条件
<i>frst_upper</i>	着霜領域(上限)
<i>frst_mid</i>	着霜領域(中間)
<i>imd</i>	中間期条件
<i>sum</i>	夏期条件
<i>win</i>	冬期条件
<i>win_cd</i>	寒冷地冬期
<i>high</i>	高温条件
<i>std</i>	標準条件
<i>def-high</i>	試験時の着霜期高温加熱条件(エネルギー消費効率および M1 スタンダードモードエネルギー消費効率に添う場合は、ヒートポンプの除霜運転を含む)
<i>frst-high</i>	試験時の着霜期高温加熱条件(エネルギー消費効率および M1 スタンダードモードエネルギー消費効率に添う場合は、ヒートポンプの除霜運転を除く)、 ----- 着霜期-高温条件
<i>frst_upper-std</i>	着霜領域(上限)-標準条件
<i>imd-std</i>	試験時の中間期標準加熱条件 ----- 中間期-標準条件
<i>sum-std</i>	試験時の夏期標準加熱条件 ----- 夏期-標準条件
<i>win-std</i>	試験時の冬期標準加熱条件 ----- 冬期-標準条件
<i>win_cd-high</i>	寒冷地冬期-高温条件
<i>night</i>	夜間
<i>day</i>	昼間
<i>hrs_{bw}</i>	沸き上げ時間帯の区分

5. 消費電力量

日付*d*の時刻*t*における 1 時間当たりの給湯機の消費電力量 $E_{E,hs,d,t}$ は、ファーストモードの消費電力量とセカンドモードの消費電力量をそれぞれの制御モードの利用度を勘案して合計した数値であり、式(1)により表される。

$$E_{E,hs,d,t} = (r_{usg,cm} \times E_{E,hs,cm,d,t})|_{cm=1st} + (r_{usg,cm} \times E_{E,hs,cm,d,t})|_{cm=2nd} \quad (1)$$

ここで、

- $E_{E,hs,d,t}$: 日付*d*の時刻*t*における 1 時間当たりの給湯機の消費電力量(kWh/h)
- $E_{E,hs,cm,d,t}$: 日付*d*の時刻*t*における制御モード*cm*の 1 時間当たりの給湯機の消費電力量(kWh/h)
- $r_{usg,cm}$: 制御モード*cm*の利用度(-)

である。制御モード cm の利用率 $r_{usg,cm}$ は、制御モードがファーストモード($cm = 1st$)の場合は0.60.8、セカンドモード($cm = 2nd$)の場合は0.40.2とする。

日付 d の時刻 t における制御モード cm の1時間当たりの給湯機の消費電力量 $E_{E,hs,cm,d,t}$ は、式(2)により表される。

$$E_{E,hs,cm,d,t} = E_{E,HP,cm,d,t} + E_{E,aux,cm,d,t} \quad (2)$$

ここで、

$E_{E,aux,cm,d,t}$: 日付 d の時刻 t における制御モード cm の1時間当たりの補機の消費電力量(kWh/h)

$E_{E,HP,cm,d,t}$: 日付 d の時刻 t における制御モード cm の1時間当たりのヒートポンプの消費電力量(kWh/h)

$E_{E,hs,cm,d,t}$: 日付 d の時刻 t における制御モード cm の1時間当たりの給湯機の消費電力量(kWh/h)

である。

6. ガス消費量

日付 d の時刻 t における1時間当たりの給湯機のガス消費量 $E_{G,hs,d,t}$ は、0とする。

7. 灯油消費量

日付 d の時刻 t における1時間当たりの給湯機の灯油消費量 $E_{K,hs,d,t}$ は、0とする。

8. ヒートポンプ

8.1 消費電力量

日付 d の時刻 t における制御モード cm の1時間当たりのヒートポンプの消費電力量 $E_{E,HP,cm,d,t}$ は、式(3)により表される。

$$E_{E,HP,cm,d,t} = E_{E,HP,cm,hrs_{bw},d,t} \Big|_{hrs_{bw}=day} + E_{E,HP,cm,hrs_{bw},d,t} \Big|_{hrs_{bw}=night} \quad (3)$$

ここで、

$E_{E,HP,cm,d,t}$: 日付 d の時刻 t における制御モード cm の1時間当たりのヒートポンプの消費電力量(kWh/h)

$E_{E,HP,cm,hrs_{bw},d,t}$: 日付 d の時刻 t における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する1時間当たりのヒートポンプの消費電力量(kWh/h)

である。

日付 d の時刻 t における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する1時間当たりのヒートポンプの消費電力量 $E_{E,HP,cm,hrs_{bw},d,t}$ は、式(3)(4)により表される。

$R_{day} = 0$ の場合:

$0 \leq t < \frac{t_{HP,stop,hrs_{bw}}}{hrs_{bw}=night}$ の場合:

$$E_{E,HP,cm,d,t} = \begin{cases} 0 & (\ddot{i}_{HP,cm,d} = 0) \\ \frac{\tau_{HP,cm,hrs_{bw},d,t} |_{hrs_{bw}=night}}{\dot{E}_{E,HP,cm,d} \times \frac{\tau_{HP,cm,hrs_{bw},d,t} |_{hrs_{bw}=night}}{\ddot{i}_{HP,cm,d}}} & (\ddot{i}_{HP,cm,d} \neq 0) \end{cases} \quad (3-1)$$

$\frac{t_{HP,stop,hrs_{bw}}}{hrs_{bw}=night} \leq t < 24$ の場合:

$$E_{E,HP,cm,d,t} = \begin{cases} 0 & (\ddot{i}_{HP,cm,d+1} = 0) \\ \frac{\tau_{HP,cm,hrs_{bw},d,t} |_{hrs_{bw}=night}}{\dot{E}_{E,HP,cm,d+1} \times \frac{\tau_{HP,cm,hrs_{bw},d,t} |_{hrs_{bw}=night}}{\ddot{i}_{HP,cm,d+1}}} & (\ddot{i}_{HP,cm,d+1} \neq 0) \end{cases} \quad (3-2)$$

$R_{day} \neq 0$ の場合:

$0 \leq t < \frac{t_{HP,stop,hrs_{bw}}}{hrs_{bw}=day}$ の場合:

$$E_{E,HP,cm,d,t} = \begin{cases} 0 & (\ddot{i}_{HP,cm,d} = 0) \\ \frac{\tau_{HP,cm,hrs_{bw},d,t} |_{hrs_{bw}=night} + \tau_{HP,cm,hrs_{bw},d,t} |_{hrs_{bw}=day}}{\dot{E}_{E,HP,cm,d} \times \frac{\tau_{HP,cm,hrs_{bw},d,t} |_{hrs_{bw}=night} + \tau_{HP,cm,hrs_{bw},d,t} |_{hrs_{bw}=day}}{\ddot{i}_{HP,cm,d}}} & (\ddot{i}_{HP,cm,d} \neq 0) \end{cases} \quad (3-3)$$

$\frac{t_{HP,stop,hrs_{bw}}}{hrs_{bw}=day} \leq t < 24$ の場合:

$$E_{E,HP,cm,d,t} = \begin{cases} 0 & (\ddot{i}_{HP,cm,d+1} = 0) \\ \frac{\tau_{HP,cm,hrs_{bw},d,t} |_{hrs_{bw}=night} + \tau_{HP,cm,hrs_{bw},d,t} |_{hrs_{bw}=day}}{\dot{E}_{E,HP,cm,d+1} \times \frac{\tau_{HP,cm,hrs_{bw},d,t} |_{hrs_{bw}=night} + \tau_{HP,cm,hrs_{bw},d,t} |_{hrs_{bw}=day}}{\ddot{i}_{HP,cm,d+1}}} & (\ddot{i}_{HP,cm,d+1} \neq 0) \end{cases} \quad (3-4)$$

$$E_{E,HP,cm,hrs_{bw},d,t} = E_{E,HP1,cm,hrs_{bw},d,t} + E_{E,HP2,cm,hrs_{bw},d,t} \quad (4a)$$

$\dot{t}_{HP,cm,hrs_{bw},d} = 0$ の場合:

$$E_{E,HP1,cm,hrs_{bw},d,t} = 0 \quad (4b-1)$$

$\dot{t}_{HP,cm,hrs_{bw},d} > 0$ の場合:

$$E_{E,HP1,cm,hrs_{bw},d,t} = \dot{E}_{E,HP,cm,hrs_{bw},d} \times \frac{\tau_{HP1,cm,hrs_{bw},d,t}}{\dot{t}_{HP,cm,hrs_{bw},d}} \quad (4b-2)$$

$\tau_{HP,cm,hrs_{bw},d+1} = 0$ の場合:

$$E_{E,HP2,cm,hrs_{bw},d,t} = 0 \quad (4c-1)$$

$\tau_{HP,cm,hrs_{bw},d+1} > 0$ の場合:

$$E_{E,HP2,cm,hrs_{bw},d,t} = \dot{E}_{E,HP,cm,hrs_{bw},d+1} \times \frac{\tau_{HP2,cm,hrs_{bw},d,t}}{\tau_{HP,cm,hrs_{bw},d+1}} \quad (4c-2)$$

ここで、

$E_{E,HP,cm,hrs_{bw},d,t}$: 日付 d の時刻 t における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する1時間当たりのヒートポンプの消費電力量(kWh/h)

$\dot{E}_{E,HP1,cm,hrs_{bw},d,t}$: 日付 d の時刻 t における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する1時間当たりのヒートポンプの消費電力量のうちの当該日の沸き上げ熱量に応じる運転分(kWh/h)

$\dot{E}_{E,HP2,cm,hrs_{bw},d,t}$: 日付 d の時刻 t における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する1時間当たりのヒートポンプの消費電力量のうちの翌日の沸き上げ熱量に応じる運転分(kWh/h)

$\dot{E}_{E,HP,cm,hrs_{bw},d}$: 日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する1日当たりのヒートポンプの消費電力量(kWh/d)

$R_{Q_{HP},day,cm}$: ヒートポンプ昼間沸上率制御モード cm の1日当たりの沸き上げ熱量に対する昼間の沸き上げ熱量の比(-)

$\tau_{HP,stop,cm,hrs_{bw},d}$: 日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する沸き上げ終了時刻(-)

$\dot{\tau}_{HP,cm,d}$: 日付 d における制御モード cm の1日当たりのヒートポンプ運転時間数の合計(h/d)

$\tau_{HP,cm,hrs_{bw},d}$: 日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する1日当たりのヒートポンプ運転時間数(h/d)

$\tau_{HP1,cm,hrs_{bw},d,t}$: 日付 d の時刻 t における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する1時間当たりの当該日の沸き上げ熱量に応じるヒートポンプ運転時間数(h/h)

$\tau_{HP2,cm,hrs_{bw},d,t}$: 日付 d の時刻 t における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する1時間当たりの翌日の沸き上げ熱量に応じるヒートポンプ運転時間数(h/h)

である。日付 d が12月31日の場合、日付 $d+1$ は1月1日と読み替える。

日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する1日当たりのヒートポンプの消費電力量 $\dot{E}_{E,HP,cm,hrs_{bw},d}$ は、式(4)(5)により表される。

$$\dot{E}_{E,HP,cm,hrs_{bw},d} = \dot{E}_{E,HP,bw,cm,hrs_{bw},d} + \dot{E}_{E,HP,def,cm,hrs_{bw},d} \quad (4)(5)$$

ここで、

$\dot{E}_{E,HP,cm,hrs_{bw},d}$: 日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する1日当たりのヒートポンプの消費電力量(kWh/d)

$\dot{E}_{E,HP,bw,cm,hrs_{bw},d}$: 日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する1日当たりの沸き上げに係るヒートポンプの消費電力量(kWh/d)

$\dot{E}_{E,HP,def,cm,hrs_{bw},d}$: 日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する1日当たりの除霜に係るヒートポンプの消費電力量(kWh/d)

である。

日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する1日当たりの沸き上げに係るヒートポンプの消費電力量 $\dot{E}_{E,HP,bw,cm,hrs_{bw},d}$ および除霜に係るヒートポンプの消費電力量 $\dot{E}_{E,HP,def,cm,hrs_{bw},d}$ は、式(5)(6)および式(6)(7)により表される。

$$\dot{E}_{E,HP,bw,cm,hrs_{bw},d} = \frac{\dot{Q}_{HP,cm,hrs_{bw},d}}{\hat{e}_{HP,cm,hrs_{bw},d}} \times \frac{1000}{3600} \quad (5)(6)$$

$$\dot{E}_{E,HP,def,cm,hrs_{bw},d} = \dot{E}_{E,HP,bw,cm,hrs_{bw},d} \times \left(\frac{1}{C_{def,cm,hrs_{bw},d}} - 1 \right) \quad (6)(7)$$

ここで、

$C_{def,cm,hrs_{bw},d}$: 日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する除霜効率係数(-)

$\hat{e}_{HP,cm,hrs_{bw},d}$: 日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対するヒートポンプの M1 スタンダードモードエネルギー消費効率(-)

$\dot{E}_{E,HP,bw,cm,hrs_{bw},d}$: 日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する1日当たりの沸き上げに係るヒートポンプの消費電力量(kWh/d)

$\dot{E}_{E,HP,def,cm,hrs_{bw},d}$: 日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する1日当たりの除霜に係るヒートポンプの消費電力量(kWh/d)

$\dot{Q}_{HP,cm,hrs_{bw},d}$: 日付 d における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する1日当たりの沸き上げ熱量(MJ/d)

である。

8.2 エネルギー消費効率

日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対するヒートポンプの M1 スタンダードモードエネルギー消費効率 $\hat{e}_{HP,cm,hrs_{bw},d}$ は、式(7)により表される。ただし、式(7)(8)により算出した値が 1 を下回る場合、日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対するヒートポンプの M1 スタンダードモードエネルギー消費効率 $\hat{e}_{HP,cm,hrs_{bw},d}$ は、1 に等しいとする。

$$\hat{e}_{HP,cm,hrs_{bw},d} = \begin{cases} \hat{e}_{HP,imd,cm} + \frac{\theta_{ex,ave,d} - \theta_{ex,imd}^*}{\theta_{ex,sum}^* - \theta_{ex,imd}^*} \times (\hat{e}_{HP,sum,cm} - \hat{e}_{HP,imd,cm}) & (\theta_{ex,imd}^* < \theta_{ex,ave,d}) \\ \min \left(\hat{e}_{HP,imd,cm} + \frac{\theta_{ex,ave,hrs_{bw},d} - \theta_{ex,imd}^*}{\theta_{ex,sum}^* - \theta_{ex,imd}^*} \times (\hat{e}_{HP,sum,cm} - \hat{e}_{HP,imd,cm}), \hat{e}_{HP,sum,cm} \right) & (\theta_{ex,imd}^* < \theta_{ex,ave,hrs_{bw},d}) \\ \hat{e}_{HP,imd,cm} + \frac{\theta_{ex,ave,d} - \theta_{ex,imd}^*}{\theta_{ex,imd}^* - \theta_{ex,win}^*} \times (\hat{e}_{HP,imd,cm} - \hat{e}_{HP,win,cm}) & (\theta_{ex,win}^* < \theta_{ex,ave,d} < \theta_{ex,imd}^*) \\ \hat{e}_{HP,win,cm} + \frac{\theta_{ex,ave,d} - \theta_{ex,win}^*}{\theta_{ex,win}^* - \theta_{ex,frst_upper}^*} \times (\hat{e}_{HP,win,cm} - \hat{e}_{HP,frst_upper,cm}) & (\theta_{ex,frst_upper}^* < \theta_{ex,ave,d} < \theta_{ex,win}^*) \\ \hat{e}_{HP,frst,cm} + \frac{\theta_{ex,ave,d} - \theta_{ex,frst}^*}{\theta_{ex,frst_upper}^* - \theta_{ex,frst}^*} \times (\hat{e}_{HP,frst_upper,cm} - \hat{e}_{HP,frst,cm}) & (\theta_{ex,frst}^* < \theta_{ex,ave,d} < \theta_{ex,frst_upper}^*) \\ \hat{e}_{HP,frst,cm} + \frac{\theta_{ex,ave,d} - \theta_{ex,frst}^*}{\theta_{ex,frst}^* - \theta_{ex,win_cd}^*} \times (\hat{e}_{HP,frst,cm} - \hat{e}_{HP,win_cd,cm}) & (\theta_{ex,ave,d} < \theta_{ex,frst}^*) \end{cases} \quad (7)$$

ここで、

$\hat{e}_{HP,cm,hrs_{bw},d}$: 日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対するヒートポンプの M1 スタンダードモードエネルギー消費効率(-)

- $\hat{e}_{HP,frst,cm}$:制御モード cm の着霜期条件におけるヒートポンプの除霜運転を除く M1 スタンダードモードエネルギー消費効率(-)
- $\hat{e}_{HP,frst_upper,cm}$:制御モード cm の着霜領域(上限)におけるヒートポンプの M1 スタンダードモードエネルギー消費効率(-)
- $\hat{e}_{HP,imd,cm}$:制御モード cm の中間期条件におけるヒートポンプの M1 スタンダードモードエネルギー消費効率(-)
- $\hat{e}_{HP,sum,cm}$:制御モード cm の夏期条件におけるヒートポンプの M1 スタンダードモードエネルギー消費効率(-)
- $\hat{e}_{HP,win,cm}$:制御モード cm の冬期条件におけるヒートポンプの M1 スタンダードモードエネルギー消費効率(-)
- $\hat{e}_{HP,win_cd,cm}$:制御モード cm の寒冷地冬期条件におけるヒートポンプの除霜運転を除く M1 スタンダードモードエネルギー消費効率(-)
- $\theta_{ex,ave,d}$ $\theta_{ex,ave,hrs_{bw},d}$:日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における夜間沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する平均外気温度(°C)
- $\theta_{ex,frst}^*$:着霜期条件の外気温度(°C)
- $\theta_{ex,frst_upper}^*$:着霜領域(上限)の外気温度(°C)
- $\theta_{ex,imd}^*$:中間期条件の外気温度(°C)
- $\theta_{ex,sum}^*$:夏期条件の外気温度(°C)
- $\theta_{ex,win}^*$:冬期条件の外気温度(°C)
- $\hat{e}_{HP,win_cd,cm}$:寒冷地冬期条件の外気温度(°C)

である。

ヒートポンプの M1 スタンダードモードエネルギー消費効率 ($\hat{e}_{HP,sum,cm}$ 、 $\hat{e}_{HP,imd,cm}$ 、 $\hat{e}_{HP,win,cm}$ 、 $\hat{e}_{HP,frst_upper,cm}$ 、 $\hat{e}_{HP,frst,cm}$ 、 $\hat{e}_{HP,win_cd,cm}$)は、沸き上げ温度を M1 スタンダードモード沸き上げ温度とした場合のエネルギー消費効率であり、式(8)(9)により表される。

$$\hat{e}_{HP,sum,cm} = r_{e_{HP,cm}} \times e_{HP,sum-std} \times \{-0.01 \times (\hat{\theta}_{bw,sum,cm} - \theta_{bw,std}^*) + 1.0\} \quad \begin{matrix} (8a) \\ (9a) \end{matrix}$$

$$\hat{e}_{HP,imd,cm} = r_{e_{HP,cm}} \times e_{HP,imd-std} \times \{-0.01 \times (\hat{\theta}_{bw,imd,cm} - \theta_{bw,std}^*) + 1.0\} \quad \begin{matrix} (8b) \\ (9b) \end{matrix}$$

$$\hat{e}_{HP,win,cm} = r_{e_{HP,cm}} \times e_{HP,win-std} \times \{-0.01 \times (\hat{\theta}_{bw,win,cm} - \theta_{bw,std}^*) + 1.0\} \quad \begin{matrix} (8c) \\ (9c) \end{matrix}$$

$$\hat{e}_{HP,frst_upper,cm} = r_{e_{HP,cm}} \times e_{HP,frst_upper-std,cm} \times \{-0.01 \times (\hat{\theta}_{bw,win,cm} - \theta_{bw,std}^*) + 1.0\} \quad \begin{matrix} (8d) \\ (9d) \end{matrix}$$

$$\hat{e}_{HP,frst,cm} = r_{e_{HP,cm}} \times e_{HP,frst-high} \times \{-0.01 \times (\hat{\theta}_{bw,frst,cm} - \theta_{bw,high}^*) + 1.0\} \quad \begin{matrix} (8e) \\ (9e) \end{matrix}$$

$$\hat{e}_{HP,win_cd,cm} = r_{e_{HP,cm}} \times e_{HP,win_cd-high} \times \{-0.01 \times (\hat{\theta}_{bw,win_cd,cm} - \theta_{bw,high}^*) + 1.0\} \quad \begin{matrix} (8f) \\ (9f) \end{matrix}$$

ここで、

- $\hat{e}_{HP,imd,cm}$:制御モード cm の中間期条件におけるヒートポンプの M1 スタンダードモードエネルギー消費効率 (-)
- $\hat{e}_{HP,frst,cm}$:制御モード cm の着霜期条件におけるヒートポンプの除霜運転を除く M1 スタンダードモードエネルギー消費効率 (-)
- $\hat{e}_{HP,frst_upper}$:制御モード cm の着霜領域(上限)におけるヒートポンプの M1 スタンダードモードエネルギー消費効率 (-)
- $\hat{e}_{HP,sum,cm}$:制御モード cm の夏期条件におけるヒートポンプの M1 スタンダードモードエネルギー消費効率 (-)
- $\hat{e}_{HP,win,cm}$:制御モード cm の冬期条件におけるヒートポンプの M1 スタンダードモードエネルギー消費効率 (-)
- $\hat{e}_{HP,win_cd,cm}$:制御モード cm の寒冷地冬期条件におけるヒートポンプの除霜運転を除く M1 スタンダードモードエネルギー消費効率 (-)
- $e_{HP,frst-high}$:着霜期-高温条件におけるヒートポンプの除霜運転を除くエネルギー消費効率 (-)
- $e_{HP,frst_upper-std}$:着霜領域(上限)-標準条件におけるヒートポンプのエネルギー消費効率 (-)
- $e_{HP,imd-std}$:中間期-標準条件におけるヒートポンプのエネルギー消費効率 (-)
- $e_{HP,sum-std}$:夏期-標準条件におけるヒートポンプのエネルギー消費効率 (-)
- $e_{HP,win-std}$:冬期-標準条件におけるヒートポンプのエネルギー消費効率 (-)
- $e_{HP,win_cd-high}$:寒冷地冬期-高温条件におけるヒートポンプの除霜運転を除くエネルギー消費効率 (-)
- $r_{e_{HP,cm}}$:制御モード cm の実働効率比 (-)
- $\hat{\theta}_{bw,cm,d}$:日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における制御モード cm の M1 スタンダードモード沸き上げ温度 (°C)
- $\hat{\theta}_{bw,frst,cm}$:制御モード cm の着霜期条件における M1 スタンダードモード沸き上げ温度 (°C)
- $\hat{\theta}_{bw,imd,cm}$:制御モード cm の中間期条件における M1 スタンダードモード沸き上げ温度 (°C)
- $\hat{\theta}_{bw,sum,cm}$:制御モード cm の夏期条件における M1 スタンダードモード沸き上げ温度 (°C)
- $\hat{\theta}_{bw,win,cm}$:制御モード cm の冬期条件における M1 スタンダードモード沸き上げ温度 (°C)
- $\hat{\theta}_{bw,win_cd,cm}$:制御モード cm の寒冷地冬期条件における M1 スタンダードモード沸き上げ温度 (°C)
- $\theta_{bw,high}^*$:高温条件の沸き上げ温度 (°C)
- $\theta_{bw,std}^*$:標準条件の沸き上げ温度 (°C)

である。

制御モード cm の実働効率比 $r_{e_{HP,cm}}$ は、試験時のヒートポンプのエネルギー消費効率に対する実働時のヒートポンプのエネルギー消費効率の比であり、制御モードに応じて式(9)(10)により表される。

$cm = 1st$ (制御モードがファーストモード)の場合:

$$r_{e_{HP,cm}} = 0.94 \quad \begin{matrix} (9-1) \\ (10-1) \end{matrix}$$

$cm = 2nd$ (制御モードがセカンドモード)の場合:

$$r_{e_{HP,cm}} = \begin{cases} 0.90 & (\hat{\theta}_{bw,win,cm} \leq 75) \\ -0.005 \times (\hat{\theta}_{bw,win,cm} - 75) + 0.90 & (75 < \hat{\theta}_{bw,win,cm}) \end{cases} \quad \begin{matrix} (9-2) \\ (10-2) \end{matrix}$$

ここで、

- $r_{e_{HP,cm}}$:制御モード cm の実働効率比 (-)

$\hat{\theta}_{bw,win,cm}$:制御モード cm の冬期条件におけるM1スタンダードモード沸き上げ温度(°C)
である。

沸き上げ温度を標準条件または高温条件とした場合のヒートポンプのエネルギー消費効率($e_{HP,sum-std}$ 、 $e_{HP,imd-std}$ 、 $e_{HP,win-std}$ 、 $e_{HP,frst_upper-std}$ 、 $e_{HP,frst-high}$ 、 $e_{HP,win_cd-high}$)は、式(10)(11)により表される。

$$e_{HP,sum-std} = \frac{e_{HP,sum-std,test}}{-0.01 \times (\theta_{bw,sum-std,test} - \theta_{bw,std}^*) + 1.0} \quad \begin{array}{l} (10a) \\ (11a) \end{array}$$

$$e_{HP,imd-std} = \frac{e_{HP,imd-std,test}}{-0.01 \times (\theta_{bw,imd-std,test} - \theta_{bw,std}^*) + 1.0} \quad \begin{array}{l} (10b) \\ (11b) \end{array}$$

$$e_{HP,win-std} = \frac{e_{HP,win-std,test}}{-0.01 \times (\theta_{bw,win-std,test} - \theta_{bw,std}^*) + 1.0} \quad \begin{array}{l} (10c) \\ (11c) \end{array}$$

$$e_{HP,frst_upper-std} = e_{HP,win-std} + \frac{\theta_{ex,frst_upper}^* - \theta_{ex,win}^*}{\theta_{ex,imd}^* - \theta_{ex,win}^*} (e_{HP,imd-std} - e_{HP,win-std}) \quad \begin{array}{l} (10d) \\ (11d) \end{array}$$

$$e_{HP,frst-high} = \frac{e_{HP,frst-high,test}}{-0.01 \times (\theta_{bw,frst-high,test} - \theta_{bw,high}^*) + 1.0} \quad \begin{array}{l} (10e) \\ (11e) \end{array}$$

$$e_{HP,win_cd-high} = e_{HP,frst-high} \times 0.82 \quad \begin{array}{l} (10f) \\ (11f) \end{array}$$

ここで、

$e_{HP,frst-high,test}$:試験時の着霜期高温加熱条件におけるヒートポンプの除霜運転を除くエネルギー消費効率(-)

$e_{HP,imd-std,test}$:試験時の中間期標準加熱条件におけるヒートポンプのエネルギー消費効率(-)

$e_{HP,sum-std,test}$:試験時の夏期標準加熱条件におけるヒートポンプのエネルギー消費効率(-)

$e_{HP,win-std,test}$:試験時の冬期標準加熱条件におけるヒートポンプのエネルギー消費効率(-)

$e_{HP,frst-high}$:着霜期-高温条件におけるヒートポンプの除霜運転を除くエネルギー消費効率(-)

$e_{HP,frst_upper-std}$:着霜領域(上限)-標準条件におけるヒートポンプのエネルギー消費効率(-)

$e_{HP,imd-std}$:中間期-標準条件におけるヒートポンプのエネルギー消費効率(-)

$e_{HP,sum-std}$:夏期-標準条件におけるヒートポンプのエネルギー消費効率(-)

$e_{HP,win-std}$:冬期-標準条件におけるヒートポンプのエネルギー消費効率(-)

$e_{HP,win_cd-high}$:寒冷地冬期-高温条件におけるヒートポンプの除霜運転を除くエネルギー消費効率(-)

$\theta_{bw,frst-high,test}$:試験時の着霜期高温加熱条件における沸き上げ温度(°C)

$\theta_{bw,imd-std,test}$:試験時の中間期標準加熱条件における沸き上げ温度(°C)

$\theta_{bw,sum-std,test}$:試験時の夏期標準加熱条件における沸き上げ温度(°C)

$\theta_{bw,win-std,test}$:試験時の冬期標準加熱条件における沸き上げ温度(°C)

$\theta_{bw,high}^*$:高温条件の沸き上げ温度(°C)

$\theta_{bw,std}^*$:標準条件の沸き上げ温度(°C)

である。

試験時のヒートポンプのエネルギー消費効率 ($e_{HP,sum-std,test}$ 、 $e_{HP,imd-std,test}$ 、 $e_{HP,win-std,test}$) は、式(11)(12)により表される。

$$e_{HP,sum-std,test} = \frac{Q_{HP,sum-std,test}}{P_{HP,sum-std,test}} \quad \begin{matrix} (11a) \\ (12a) \end{matrix}$$

$$e_{HP,imd-std,test} = \frac{Q_{HP,imd-std,test}}{P_{HP,imd-std,test}} \quad \begin{matrix} (11b) \\ (12b) \end{matrix}$$

$$e_{HP,win-std,test} = \frac{Q_{HP,win-std,test}}{P_{HP,win-std,test}} \quad \begin{matrix} (11c) \\ (12c) \end{matrix}$$

ここで、

$e_{HP,imd-std,test}$: 試験時の中間期標準加熱条件におけるヒートポンプのエネルギー消費効率(-)

$e_{HP,sum-std,test}$: 試験時の夏期標準加熱条件におけるヒートポンプのエネルギー消費効率(-)

$e_{HP,win-std,test}$: 試験時の冬期標準加熱条件におけるヒートポンプのエネルギー消費効率(-)

$P_{HP,imd-std,test}$: 試験時の中間期標準加熱条件におけるヒートポンプの消費電力(kW)

$P_{HP,sum-std,test}$: 試験時の夏期標準加熱条件におけるヒートポンプの消費電力(kW)

$P_{HP,win-std,test}$: 試験時の冬期標準加熱条件におけるヒートポンプの消費電力(kW)

$Q_{HP,imd-std,test}$: 試験時の中間期標準加熱条件におけるヒートポンプの加熱能力(kW)

$Q_{HP,sum-std,test}$: 試験時の夏期標準加熱条件におけるヒートポンプの加熱能力(kW)

$Q_{HP,win-std,test}$: 試験時の冬期標準加熱条件におけるヒートポンプの加熱能力(kW)

である。

8.3 加熱能力

日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対するヒートポンプの加熱能力 $Q_{HP,cm,hrs_{bw},d}$ は、式(12)(13)により表される。

$$Q_{HP,cm,hrs_{bw},d} = \hat{e}_{HP,cm,hrs_{bw},d} \times P_{HP,cm,hrs_{bw},d} \quad (12)(13)$$

ここで、

$\hat{e}_{HP,cm,hrs_{bw},d}$: 日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対するヒートポンプのM1スタンダードモードエネルギー消費効率(-)

$P_{HP,cm,hrs_{bw},d}$: 日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対するヒートポンプの消費電力(kW)

$Q_{HP,cm,hrs_{bw},d}$: 日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対するヒートポンプの加熱能力(kW)

である。

日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対するヒートポンプの消費電力 $P_{HP,cm,hrs_{bw},d}$ 、試験時のヒートポンプの加熱能力が夏期標準加熱条件と冬期標準加熱条件とで同じか否かに応じて式(13)(14)により表される。ただし、式(13)(14)により算出した値が0.1を下回る場合、日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における制御モード cm のヒートポンプの消費電力 $P_{HP,cm,hrs_{bw},d}$ は、0.1に等しいとする。

$Q_{HP,sum-std,test} = Q_{HP,win-std,test}$ (試験時のヒートポンプの加熱能力が夏期標準加熱条件と冬期標準加熱条件とで同じ機種)の場合:

$$P_{HP,cm,hrs_{bw,d}} = A_p \times (\hat{\theta}_{bw,cm,d} - \theta_{ex,ave,d} \theta_{ex,ave,hrs_{bw,d}}) + B_p \quad (13-1)$$

(14-1)

$Q_{HP,sum-std,test} \neq Q_{HP,win-std,test}$ (試験時のヒートポンプの加熱能力が夏期標準加熱条件と冬期標準加熱条件とで異なる機種)の場合:

$$P_{HP,cm,hrs_{bw,d}} \quad (13-2)$$

$$= \begin{cases} A_p \times (\hat{\theta}_{bw,cm,d} - \theta_{ex,ave,d} \theta_{ex,ave,hrs_{bw,d}}) + B_p & (\theta_{ex,ave,d} \theta_{ex,ave,hrs_{bw,d}} \leq 20) \\ A_p \times \{(\hat{\theta}_{bw,cm,d} - \theta_{ex,ave,d} \theta_{ex,ave,hrs_{bw,d}}) - (\theta_{bw,std}^* - \theta_{ex,sum}^*)\} + P_{HP,sum-std,test} & (20 < \theta_{ex,ave,d} \theta_{ex,ave,hrs_{bw,d}}) \end{cases} \quad (14-2)$$

ここで、

$P_{HP,cm,hrs_{bw,d}}$: 日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対するヒートポンプの消費電力(kW)

$P_{HP,sum-std,test}$: 試験時の夏期標準加熱条件におけるヒートポンプの消費電力(kW)

$Q_{HP,imd-std,test}$: 試験時の中間期標準加熱条件におけるヒートポンプの加熱能力(kW)

$Q_{HP,sum-std,test}$: 試験時の夏期標準加熱条件におけるヒートポンプの加熱能力(kW)

$\theta_{ex,ave,d} \theta_{ex,ave,hrs_{bw,d}}$: 日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における夜間沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する平均外気温度(°C)

$\hat{\theta}_{bw,cm,d}$: 日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における制御モード cm の M1 スタンダードモード沸き上げ温度(°C)

$\theta_{bw,std}^*$: 標準条件の沸き上げ温度(°C)

$\theta_{ex,sum}^*$: 夏期条件の外気温度(°C)

A_p : ヒートポンプの消費電力を求める回帰式の傾き(kW/°C)

B_p : ヒートポンプの消費電力を求める回帰式の切片(kW)

である。

8.4 除霜効率係数

日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における制御モード cm の除霜効率係数 $C_{def,cm,hrs_{bw,d}}$ は、除霜運転によるヒートポンプのエネルギー消費効率の低下を見込むための係数であり、式(14)(15)により表される。

$$C_{def,cm,hrs_{bw,d}} = \begin{cases} \min\left(1.0, C_{def,frst,cm} + \frac{1.0}{\theta_{ex,frst_upper}^* - \theta_{ex,frst}^*} \times (1.0 - C_{def,frst,cm})\right) & (\theta_{ex,frst_upper}^* < \theta_{ex,ave,d} \theta_{ex,ave,hrs_{bw,d}}) \\ \min\left(1.0, C_{def,frst,cm}\right) & (\theta_{ex,frst}^* < \theta_{ex,ave,d} \theta_{ex,ave,hrs_{bw,d}} \leq \theta_{ex,frst_upper}^*) \\ \min\left(1.0, C_{def,win_cd,cm} + \frac{\theta_{ex,ave,d} \theta_{ex,ave,hrs_{bw,d}} - \theta_{ex,win_cd}^*}{\theta_{ex,frst_imd}^* - \theta_{ex,win_cd}^*} \times (C_{def,frst,cm} - C_{def,win_cd,cm})\right) & (\theta_{ex,frst_imd}^* < \theta_{ex,ave,d} \theta_{ex,ave,hrs_{bw,d}} \leq \theta_{ex,frst}^*) \\ \min\left(1.0, C_{def,win_cd,cm}\right) & (\theta_{ex,ave,d} \theta_{ex,ave,hrs_{bw,d}} \leq \theta_{ex,frst_imd}^*) \end{cases} \quad (14)$$

(15)

ここで、

$C_{def,cm,hrs_{bw,d}}$: 日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する除霜効率係数(-)

- $C_{def,frst,cm}$: 着霜期条件における除霜効率係数(-)
 $C_{def,win_cd,cm}$: 寒冷地冬期条件における除霜効率係数(-)
 $\theta_{ex,ave,d}$ $\theta_{ex,ave,hrs_{bw},d}$: 日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における夜間沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する平均外気温度(°C)
 $\theta_{ex,frst}^*$: 着霜期条件の外気温度(°C)
 $\theta_{ex,frst_upper}^*$: 着霜領域(上限)の外気温度(°C)
 $\theta_{ex,frst_mid}^*$: 着霜領域(中間)の外気温度(°C)
 θ_{ex,win_cd}^* : 寒冷地冬期条件の外気温度(°C)

である。

着霜期条件における除霜効率係数 $C_{def,frst,cm}$ および寒冷地冬期条件における除霜効率係数 $C_{def,win_cd,cm}$ は、それぞれ式(15)(16)により表される。

$$C_{def,frst,cm} = 0.0024 \times (\hat{\theta}_{bw,frst,cm} - \theta_{bw,frst-high,test}) + C_{def,frst,test} \quad (15a)$$

(16a)

$$C_{def,win_cd,cm} = 0.0024 \times (\hat{\theta}_{bw,win_cd,cm} - \theta_{bw,frst-high,test}) + \{-0.01 \times (\theta_{ex,win_cd}^* - \theta_{ex,frst_mid}^*) + C_{def,frst,test}\} \quad (15b)$$

(16b)

ここで、

- $C_{def,frst,cm}$: 制御モード cm の着霜期条件における除霜効率係数(-)
 $C_{def,frst,test}$: 試験時の着霜期高温条件における除霜効率係数(-)
 $C_{def,win_cd,test}$: 試験時の寒冷地冬期高温条件における除霜効率係数(-)
 $\hat{\theta}_{bw,frst,cm}$: 制御モード cm の着霜期条件における M1 スタンダードモード沸き上げ温度(°C)
 $\hat{\theta}_{bw,win_cd,cm}$: 制御モード cm の寒冷地冬期条件における M1 スタンダードモード沸き上げ温度(°C)
 $\theta_{bw,frst-high,test}$: 試験時の着霜期高温加熱条件における沸き上げ温度(°C)
 $\theta_{ex,frst_mid}^*$: 着霜領域(中間)の外気温度(°C)
 θ_{ex,win_cd}^* : 寒冷地冬期条件の外気温度(°C)

である。

試験時の着霜期高温条件における除霜効率係数 $C_{def,frst,test}$ は、式(16)(17)により表される。

$$C_{def,frst,test} = \frac{e_{HP,def-high,test}}{e_{HP,frst-high,test}} \quad (16)$$

(17)

ここで、

- $C_{def,frst,test}$: 試験時の着霜期高温条件における除霜効率係数(-)
 $e_{HP,def-high,test}$: 試験時の着霜期高温加熱条件におけるヒートポンプの除霜運転を含むエネルギー消費効率(-)
 $e_{HP,frst-high,test}$: 試験時の着霜期高温加熱条件におけるヒートポンプの除霜運転を除くエネルギー消費効率(-)
 $\theta_{ex,frst_imd}^*$: 着霜領域(中間)の外気温度(°C)
 θ_{ex,win_cd}^* : 寒冷地冬期条件の外気温度(°C)

である。

8.5 ヒートポンプ運転時間数

日付 d の時刻 t における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する 1 時間当たりの当該日の沸

き上げ熱量に応じるヒートポンプ運転時間数 $\tau_{HP1,cm,hrs_{bw},d,t}$ および翌日の沸き上げ熱量に応じるヒートポンプ運転時間数 $\tau_{HP2,cm,hrs_{bw},d,t}$ は、式(17)(18)により表される。

$\dot{t}_{HP,cm,hrs_{bw},d} = 0$ の場合:

$$\tau_{HP,cm,hrs_{bw},d,t} = 0 \quad (17-1)$$

$\dot{t}_{HP,cm,hrs_{bw},d} > 0$ の場合:

$0 \leq t < t_{HP,stop,hrs_{bw}}$ の場合:

$0 \leq t < t_{HP,start,hrs_{bw},d}$ の場合(沸き上げ開始と沸き上げ終了が同日に行われる場合):

$$\tau_{HP,cm,hrs_{bw},d,t} = \begin{cases} 0 & (t < t_{HP,start,hrs_{bw},d}) \\ \dot{t}_{HP,cm,hrs_{bw},d} - [\dot{t}_{HP,cm,hrs_{bw},d}] & (t = t_{HP,start,hrs_{bw},d}) \\ 1 & (t > t_{HP,start,hrs_{bw},d}) \end{cases} \quad (17-2)$$

$0 > t_{HP,start,hrs_{bw},d}$ の場合(沸き上げが終了する日の前日に沸き上げが開始する場合):

$$\tau_{HP,cm,hrs_{bw},d,t} = 1 \quad (17-3)$$

$t_{HP,stop,hrs_{bw}} \leq t < 24$ の場合:

$0 \leq t_{HP,start,hrs_{bw},d+1}$ の場合(沸き上げ開始と沸き上げ終了が同日に行われる場合):

$$\tau_{HP,cm,hrs_{bw},d,t} = 0 \quad (17-4)$$

$0 > t_{HP,start,hrs_{bw},d+1}$ の場合(沸き上げが終了する日の前日に沸き上げが開始する場合):

$$\tau_{HP,cm,hrs_{bw},d,t} = \begin{cases} 0 & (t < t_{HP,start,hrs_{bw},d+1} + 24) \\ \dot{t}_{HP,cm,hrs_{bw},d+1} - [\dot{t}_{HP,cm,hrs_{bw},d+1}] & (t = t_{HP,start,hrs_{bw},d+1} + 24) \\ 1 & (t > t_{HP,start,hrs_{bw},d+1} + 24) \end{cases} \quad (17-5)$$

$$\tau_{HP,cm,hrs_{bw},d,t} = \tau_{HP1,cm,hrs_{bw},d,t} + \tau_{HP2,cm,hrs_{bw},d,t} \quad (18a)$$

$$\tau_{HP1,cm,hrs_{bw},d,t} = \begin{cases} \max(0, e\tau_{HP1,cm,hrs_{bw},d,t} - e\tau_{HP1,cm,hrs_{bw},d,t-1}) & (t \neq 0) \\ \max(0, e\tau_{HP1,cm,hrs_{bw},d,t} - e\tau_{HP2,cm,hrs_{bw},d,t-1}) & (t = 0) \end{cases} \quad (18b)$$

$$\tau_{HP2,cm,hrs_{bw},d,t} = \max(0, e\tau_{HP2,cm,hrs_{bw},d,t} - e\tau_{HP2,cm,hrs_{bw},d,t-1}) \quad (18c)$$

ここで、

$t_{HP,start,hrs_{bw},d}$: 沸き上げ時間帯 hrs_{bw} に対する日付 d に沸き上げが終了する運転の沸き上げ開始時刻(-)

$t_{HP,stop,hrs_{bw}}$: 沸き上げ時間帯 hrs_{bw} に対する沸き上げ終了時刻(-)

$\tau_{HP,cm,hrs_{bw},d,t}$: 日付 d の時刻 t における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する1時間当たりのヒートポンプ運転時間数(h/h)

$\tau_{HP1,cm,hrs_{bw},d,t}$: 日付 d の時刻 t における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する1時間当たりの当該日の沸き上げ熱量に応じるヒートポンプ運転時間数(h/h)

$\tau_{HP2,cm,hrs_{bw},d,t}$: 日付 d の時刻 t における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する1時間当たりの翌日の沸き上げ熱量に応じるヒートポンプ運転時間数(h/h)

$e\tau_{HP1,cm,hrs_{bw},d,t}$: 日付 d の時刻 t における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する当該日の沸き上げ熱量に応じるヒートポンプ運転開始からの経過時間数(h/d)

$e\tau_{HP2,cm,hrs_{bw},d,t}$: 日付 d の時刻 t における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する翌日の沸き上げ熱量に応じるヒートポンプ運転開始からの経過時間数(h/d)

である。

ヒートポンプ運転は図1に示す考え方に基づいて時刻への割付を行うものとし、日付 d の時刻 t における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する当該日の沸き上げ熱量に応じるヒートポンプ運転開始からの経過時間数 $e\tau_{HP1,cm,hrs_{bw},d,t}$ および翌日の沸き上げ熱量に応じるヒートポンプ運転開始からの経過時間数 $e\tau_{HP2,cm,hrs_{bw},d,t}$ は、式(19)により表される。

$t_{HP,cm,hrs_{bw},d} = 0$ の場合:

$$e\tau_{HP1,cm,hrs_{bw},d,t} = 0 \quad (19a-1)$$

$t_{HP,cm,hrs_{bw},d} > 0$ の場合:

$0 \leq t_{HP,start,cm,hrs_{bw},d}$ の場合(沸き上げ開始と沸き上げ終了が同日に行われる場合):

$0 \leq t < t_{HP,start,cm,hrs_{bw},d}$ または $t_{HP,stop,cm,hrs_{bw},d} \leq t < 24$ の場合:

$$e\tau_{HP1,cm,hrs_{bw},d,t} = 0 \quad (19a-2)$$

$t_{HP,start,cm,hrs_{bw},d} \leq t < t_{HP,stop,cm,hrs_{bw},d}$ の場合:

$$e\tau_{HP1,cm,hrs_{bw},d,t} = \min(\tau_{HP,start,cm,hrs_{bw},d} + 1 \times (t - t_{HP,start,cm,hrs_{bw},d}), \hat{t}_{HP,cm,hrs_{bw},d}) \quad (19a-3)$$

$0 > t_{HP,start,cm,hrs_{bw},d}$ の場合(沸き上げが終了する日の前日に沸き上げが開始する場合):

$0 \leq t < t_{HP,stop,cm,hrs_{bw},d}$ の場合:

$$e\tau_{HP1,cm,hrs_{bw},d,t} = \min(\tau_{HP,start,cm,hrs_{bw},d} + 1 \times (t - t_{HP,start,cm,hrs_{bw},d}), \hat{t}_{HP,cm,hrs_{bw},d}) \quad (19a-4)$$

$t_{HP,stop,cm,hrs_{bw},d} \leq t < 24$ の場合:

$$e\tau_{HP1,cm,hrs_{bw},d,t} = 0 \quad (19a-5)$$

$t_{HP,cm,hrs_{bw},d+1} = 0$ の場合:

$$e\tau_{HP2,cm,hrs_{bw},d,t} = 0 \quad (19b-1)$$

$t_{HP,cm,hrs_{bw},d+1} > 0$ の場合:

$0 \leq t_{HP,start,cm,hrs_{bw},d+1}$ の場合(沸き上げ開始と沸き上げ終了が同日に行われる場合):

$$e\tau_{HP2,cm,hrs_{bw},d,t} = 0 \quad (19b-2)$$

$0 > t_{HP,start,cm,hrs_{bw},d+1}$ の場合(沸き上げが終了する日の前日に沸き上げが開始する場合):

$0 \leq t < t_{HP,start,cm,hrs_{bw},d+1} + 24$ の場合:

$$e\tau_{HP2,cm,hrs_{bw},d,t} = 0 \quad (19b-3)$$

$t_{HP,start,cm,hrs_{bw},d+1} + 24 \leq t < 24$ の場合:

$$e\tau_{HP2,cm,hrs_{bw},d,t} = \min(\tau_{HP,start,cm,hrs_{bw},d+1} + 1 \times \{t - (t_{HP,start,cm,hrs_{bw},d+1} + 24)\}, \dot{\tau}_{HP,cm,hrs_{bw},d+1}) \quad (19b-4)$$

ここで、

$e\tau_{HP1,cm,hrs_{bw},d,t}$: 日付 d の時刻 t における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する当該日の沸き上げ熱量に応じるヒートポンプ運転開始からの経過時間数 (h/d)

$e\tau_{HP2,cm,hrs_{bw},d,t}$: 日付 d の時刻 t における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する翌日の沸き上げ熱量に応じるヒートポンプ運転開始からの経過時間数 (h/d)

$t_{HP,start,cm,hrs_{bw},d}$: 日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する沸き上げ開始時刻 (-)

$t_{HP,stop,cm,hrs_{bw},d}$: 日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する沸き上げ終了時刻 (-)

$\tau_{HP,start,cm,hrs_{bw},d}$: 日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する開始時刻における 1 時間当たりのヒートポンプ運転時間数 (h/h)

$\dot{\tau}_{HP,cm,hrs_{bw},d}$: 日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する 1 日当たりのヒートポンプ運転時間数 (h/d)

である。

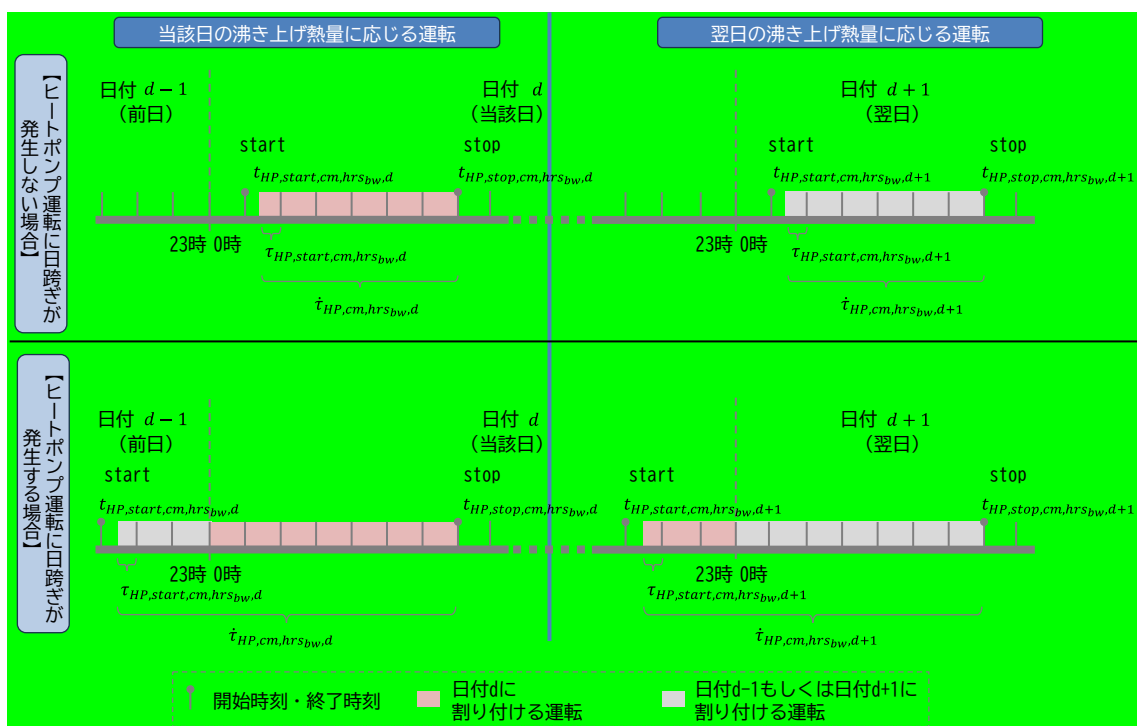


図 1 ヒートポンプ運転の時刻への割付の考え方

日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する沸き上げ開始時刻における 1 時間当たりのヒートポンプ運転時間数 $\tau_{HP,start,cm,hrs_{bw},d}$ は、表 3 に示す考え方に基づ

き、式(20)により表される。ただし、日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する1日当たりのヒートポンプ運転時間数 $\dot{t}_{HP,cm,hrs_{bw},d}$ がゼロの場合は、定義しない。

沸き上げ時間帯の制御が終了時刻制御である場合:

$$t_{HP,start,cm,hrs_{bw},d} = \begin{cases} 1 & (\dot{t}_{HP,cm,hrs_{bw},d} - \lfloor \dot{t}_{HP,cm,hrs_{bw},d} \rfloor = 0) \\ \dot{t}_{HP,cm,hrs_{bw},d} - \lfloor \dot{t}_{HP,cm,hrs_{bw},d} \rfloor & (\dot{t}_{HP,cm,hrs_{bw},d} - \lfloor \dot{t}_{HP,cm,hrs_{bw},d} \rfloor > 0) \end{cases} \quad (20-1)$$

沸き上げ時間帯の制御が中心時刻制御である場合:

$$t_{HP,start,cm,hrs_{bw},d} = \begin{cases} 1 & \left(\frac{\dot{t}_{HP,cm,hrs_{bw},d} - 1}{2} - \left\lfloor \frac{\dot{t}_{HP,cm,hrs_{bw},d} - 1}{2} \right\rfloor = 0 \right) \\ \frac{\dot{t}_{HP,cm,hrs_{bw},d} - 1}{2} - \left\lfloor \frac{\dot{t}_{HP,cm,hrs_{bw},d} - 1}{2} \right\rfloor & \left(\frac{\dot{t}_{HP,cm,hrs_{bw},d} - 1}{2} - \left\lfloor \frac{\dot{t}_{HP,cm,hrs_{bw},d} - 1}{2} \right\rfloor > 0 \right) \end{cases} \quad (20-2)$$

沸き上げ時間帯の制御が開始時刻制御である場合:

$$t_{HP,start,cm,hrs_{bw},d} = \begin{cases} 1 & (\dot{t}_{HP,cm,hrs_{bw},d} \geq 1) \\ \dot{t}_{HP,cm,hrs_{bw},d} & (\dot{t}_{HP,cm,hrs_{bw},d} < 1) \end{cases} \quad (20-3)$$

ここで、

$t_{HP,start,cm,hrs_{bw},d}$: 日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する沸き上げ開始時刻における1時間当たりのヒートポンプ運転時間数(h/h)

$\dot{t}_{HP,cm,hrs_{bw},d}$: 日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する1日当たりのヒートポンプ運転時間数(h/d)

である。

日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する日付 d に沸き上げが終了する運転の沸き上げ開始時刻 $t_{HP,start,cm,hrs_{bw},d}$ および終了時刻 $t_{HP,stop,cm,hrs_{bw},d}$ は、表3に示す考え方に基づき、式(18) (21)および式(22)により表される。ただし、日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する1日当たりのヒートポンプ運転時間数 $\dot{t}_{HP,cm,hrs_{bw},d}$ がゼロの場合は、定義しない。

$$t_{HP,start,hrs_{bw},d} = t_{HP,stop,hrs_{bw}} - (\lfloor \dot{t}_{HP,cm,hrs_{bw},d} \rfloor + 1) \quad (18)$$

沸き上げ時間帯の制御が終了時刻制御である場合:

$$t_{HP,start,cm,hrs_{bw},d} = t_{HP,stop,cm,hrs_{bw},d} - \lfloor \dot{t}_{HP,cm,hrs_{bw},d} \rfloor \quad (21-1)$$

$$t_{HP,stop,cm,hrs_{bw},d} = t_{HP,ref,hrs_{bw}} \quad (22-1)$$

沸き上げ時間帯の制御が中心時刻制御である場合:

$$t_{HP,start,cm,hrs_{bw},d} = t_{HP,ref,hrs_{bw}} - \left\lfloor \frac{\dot{t}_{HP,cm,hrs_{bw},d} - 1}{2} \right\rfloor \quad (21-2)$$

$$t_{HP,stop,cm,hrs_{bw},d} = t_{HP,ref,hrs_{bw}} + \left\lfloor \frac{\dot{t}_{HP,cm,hrs_{bw},d} - 1}{2} \right\rfloor + 1 \quad (22-2)$$

沸き上げ時間帯の制御が開始時刻制御である場合:

$$t_{HP,start,cm,hrs_{bw},d} = t_{HP,ref,hrs_{bw}} \quad (21-3)$$

$$t_{HP,stop,cm,hrs_{bw},d} = t_{HP,start,cm,hrs_{bw},d} + \lceil \dot{t}_{HP,cm,hrs_{bw},d} \rceil \quad (22-3)$$

ここで、

$t_{HP,ref,hrs_{bw}}$: 沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する沸き上げ制御の参照時刻 (-)

$t_{HP,start,cm,hrs_{bw},d}$: 日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する日付 d に沸き上げが終了する運転の沸き上げ開始時刻 (-)

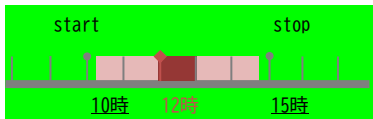
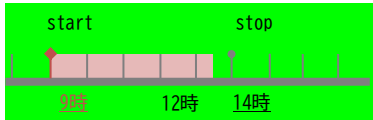
$t_{HP,stop,cm,hrs_{bw},d}$: 日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する沸き上げ終了時刻 (-)

$\dot{t}_{HP,cm,hrs_{bw},d}$: 日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する 1 日当たりのヒートポンプ運転時間数 (h/d)

である。なお、日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する日付 d に沸き上げが終了する運転の沸き上げ開始時刻 $t_{HP,start,cm,hrs_{bw},d}$ が負の値になる場合、沸き上げ開始が当該日の前日であることを意味する。

表 3 沸き上げ開始時刻・終了時刻・

沸き上げ開始時刻における 1 時間当たりのヒートポンプ運転時間数の決定方法の考え方

沸き上げ時間帯の制御の種類	沸き上げ開始時刻・終了時刻・沸き上げ開始時刻における 1 時間当たりのヒートポンプ運転時間数の決定方法の考え方 (概念図は、昼間沸き上げ運転、1 日当たりの運転時間数が 4.5 時間の場合)
終了時刻制御	<p> ↑ 開始時刻・終了時刻 ↑ 参照時刻 運転時間 </p>  <ul style="list-style-type: none"> 沸き上げ終了時刻は、参照時刻となる。 沸き上げ開始時刻は、1 日当たりのヒートポンプ運転時間数の少数以下を切り上げた時間数を沸き上げ終了時刻から差し引いて求める。 沸き上げ開始時刻における 1 時間当たりのヒートポンプ運転時間数は、1 日当たりのヒートポンプ運転時間数に少数部分がない場合は 1 とし、小数部分がある場合はその小数部分の数値とする。
中心時刻制御	<p> ↑ 開始時刻・終了時刻 ↑ 参照時刻 運転時間 </p>  <ul style="list-style-type: none"> 12 時台を中心としてその前後の時刻に対して対称に 1 日当たりのヒートポンプ運転時間数を割り付ける。 沸き上げ開始時刻は、1 日当たりのヒートポンプ運転時間数から 1 を差し引き、これをさらに 2 で割った数値の少数以下を切り上げた時間数を参照時刻から差し引いて求める。 沸き上げ終了時刻は、1 日当たりのヒートポンプ運転時間数から 1 を差し引き、これをさらに 2 で割った数値の少数以下を切り上げた数値に 1 を加えた時間数を参照時刻に加えることで求める。 沸き上げ開始時刻における 1 時間当たりのヒートポンプ運転時間数は、1 日当たりのヒートポンプ運転時間数から 1 を差し引き、これをさらに 2 で割った数値に少数部分がない場合は 1 とし、小数部分がある場合はその小数部分の数値とする。
開始時刻制御	<p> ↑ 開始時刻・終了時刻 ↑ 参照時刻 運転時間 </p>  <ul style="list-style-type: none"> 沸き上げ開始時刻は、参照時刻となる。 沸き上げ終了時刻は、1 日当たりのヒートポンプ運転時間数の少数以下を切り上げた時間数を沸き上げ開始時刻に加えることで求める。 沸き上げ開始時刻における 1 時間当たりのヒートポンプ運転時間数は、1 日当たりのヒートポンプ運転時間数が 1 時間以上である場合は 1 とし、1 時間未満の場合は 1 日当たりのヒートポンプ運転時間数に等しいとする。

日付 d における制御モード cm の沸き上げ時間帯 hrs_{bw} に対する1日当たりのヒートポンプ運転時間数 $\dot{t}_{HP,cm,hrs_{bw},d}$ は、式(19)により表される。

$hrs_{bw} = night$ (沸き上げ時間帯が夜間)の場合:

$$\begin{aligned} \dot{t}_{HP,cm,hrs_{bw},d} \Big|_{hrs_{bw}=night} &= \min \left(\frac{\dot{t}_{HP,cm,d} - \dot{t}_{HP,cm,hrs_{bw},d} \Big|_{hrs_{bw}=day}}{hrs_{bw}=day}, \frac{\dot{t}_{HP,max,hrs_{bw}} \Big|_{hrs_{bw}=night}}{hrs_{bw}=night} \right) \end{aligned} \quad (19-1)$$

$hrs_{bw} = day$ (沸き上げ時間帯が昼間)の場合:

$$\dot{t}_{HP,cm,hrs_{bw},d} \Big|_{hrs_{bw}=day} = \min \left(\frac{\dot{t}_{HP,cm,d} \times R_{day}}{hrs_{bw}=day}, \frac{\dot{t}_{HP,max,hrs_{bw}} \Big|_{hrs_{bw}=day}}{hrs_{bw}=day} \right) \quad (19-2)$$

ここで、

R_{day} : ヒートポンプ昼間沸上率(-)

$\dot{t}_{HP,cm,hrs_{bw},d}$: 日付 d における制御モード cm の沸き上げ時間帯 hrs_{bw} に対する1日当たりのヒートポンプ運転時間数(h/d)

$\dot{t}_{HP,max,hrs_{bw}}$: 沸き上げ時間帯 hrs_{bw} に対する1日当たりのヒートポンプ運転時間数の上限(h/d)

である。

日付 d における制御モード cm の1日当たりのヒートポンプ運転時間数の合計 $\dot{t}_{HP,cm,d}$ は、式(20)により表される。 $\dot{t}_{HP,cm,d}$

$$\dot{t}_{HP,cm,d} = \min \left(24, \frac{\dot{Q}_{HP,cm,d} \times 1000}{q_{HP,cm,d} \times 3600} \right) \quad (20)$$

ここで、

$q_{HP,cm,d}$: 日付 d における制御モード cm のヒートポンプの加熱能力(kW)

$\dot{Q}_{HP,cm,d}$: 日付 d における制御モード cm の1日当たりの沸き上げ熱量(MJ/d)

$\dot{t}_{HP,cm,d}$: 日付 d における制御モード cm の1日当たりのヒートポンプ運転時間数の合計(h/d)

である。

日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する1日当たりのヒートポンプ運転時間数 $\dot{t}_{HP,cm,hrs_{bw},d}$ は、式(23)により表される。

$$\dot{t}_{HP,cm,hrs_{bw},d} = \min \left(\dot{t}_{HP,max,hrs_{bw}}, \frac{\dot{Q}_{HP,cm,hrs_{bw},d} \times 1000}{q_{HP,cm,hrs_{bw},d} \times 3600} \right) \quad (23)$$

ここで、

$q_{HP,cm,hrs_{bw},d}$: 日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対するヒートポンプの加熱能力(kW)

$\dot{Q}_{HP,cm,hrs_{bw},d}$: 日付 d における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する1日当たりの沸き上げ熱量(MJ/d)

$\dot{t}_{HP,cm,hrs_{bw},d}$: 日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する1日当たりのヒートポンプ運転時間数(h/d)

である。

9 貯湯タンク

9.1 沸き上げ熱量

日付 d における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する1日当たりの沸き上げ熱量 $\dot{Q}_{HP,cm,hrs_{bw},d}$ は、式(24)により表される。

$hrs_{bw} = night$ (沸き上げ時間帯の区分が夜間)の場合:

$$\dot{Q}_{HP,cm,hrs_{bw},d} = \dot{Q}_{HP,cm,d} \times (1 - R_{\dot{Q}_{HP,day,cm}}) \quad (24-1)$$

$hrs_{bw} = day$ (沸き上げ時間帯の区分が昼間)の場合:

$$\dot{Q}_{HP,cm,hrs_{bw},d} = \dot{Q}_{HP,cm,d} \times R_{\dot{Q}_{HP,day,cm}} \quad (24-2)$$

ここで、

$\dot{Q}_{HP,cm,d}$: 日付 d における制御モード cm の1日当たりの沸き上げ熱量(MJ/d)

$\dot{Q}_{HP,cm,hrs_{bw},d}$: 日付 d における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する1日当たりの沸き上げ熱量(MJ/d)

$R_{\dot{Q}_{HP,day,cm}}$: 制御モード cm の1日当たりの沸き上げ熱量に対する昼間の沸き上げ熱量の比(-)

である。

日付 d における制御モード cm の1日当たりの沸き上げ熱量 $\dot{Q}_{HP,cm,d}$ は、式(21)-(25)により表される。

$$\dot{Q}_{HP,cm,d} = L''_d + \dot{Q}_{loss,cm,d} \quad (21)$$

(25)

ここで、

L''_d : 日付 d における1日当たりの太陽熱補正給湯熱負荷(MJ/d)

$\dot{Q}_{HP,cm,d}$: 日付 d における制御モード cm の1日当たりの沸き上げ熱量(MJ/d)

$\dot{Q}_{loss,cm,d}$: 日付 d における制御モード cm の1日当たりの貯湯熱損失量(MJ/d)

である。

9.2 貯湯損失熱量

日付 d における制御モード cm の1日当たりの貯湯熱損失量 $\dot{Q}_{loss,cm,d}$ は、式(22)-(26)により表される。

$$\dot{Q}_{loss,cm,d} = \frac{\theta_{tnk,eq,cm,d} - \theta_{ex,d,Ave,d}}{R_{tnk,test}} \times 3600 \times 24 \times 10^{-6} \quad (22)$$

(26)

ここで、

$\dot{Q}_{loss,cm,d}$: 日付 d における制御モード cm の1日当たりの貯湯熱損失量(MJ/d)

$R_{tnk,test}$: 貯湯タンク総括熱抵抗(K/W)

$\theta_{tnk,eq,cm,d}$: 日付 d における制御モード cm の等価貯湯温度(°C)

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

である。

9.3 等価貯湯温度

日付 d における制御モード cm の等価貯湯温度 $\theta_{tnk,eq,cm,d}$ は、貯湯タンク内の湯温を仮想的に均一とみなした時に貯湯熱損失量と等しい熱損失を生じる湯温であり、制御モード cm に応じて式(23)-(27)により表される。ただし、式(23)により算出した値が日付 d における日平均外気温度 $\theta_{ex,d,Ave,d}$ を下回る場合、日付 d における制御モード cm の等価貯湯温度 $\theta_{tnk,eq,cm,d}$ は、日付 d における日平均外気温度 $\theta_{ex,d,Ave,d}$ に等しいとする。

$cm = 1st$ (制御モードがファーストモード)の場合:

$$\theta_{tnk,eq,cm,d} = \begin{cases} \theta_{tnk,eq,win} + (-0.4 \times \theta_{ex,d,Ave,d} + 8.5) & (\theta_{ex,frst_upper}^* < \theta_{ex,d,Ave,d}) \\ \theta_{tnk,eq,frst} + \frac{\theta_{ex,d,Ave,d} - \theta_{ex,frst}^*}{\theta_{ex,frst_upper}^* - \theta_{ex,frst}^*} \times (\theta_{tnk,eq,frst_upper} - \theta_{tnk,eq,frst}) & (\theta_{ex,frst}^* < \theta_{ex,d,Ave,d} \leq \theta_{ex,frst_upper}^*) \\ -0.4 \times (\theta_{ex,d,Ave,d} - \theta_{ex,frst}^*) + \theta_{tnk,eq,frst} & (\theta_{ex,d,Ave,d} \leq \theta_{ex,frst}^*) \end{cases} \quad \begin{matrix} (23-1) \\ (27-1) \end{matrix}$$

$cm = 2nd$ (制御モードがセカンドモード)の場合:

$$\theta_{tnk,eq,cm,d} = (\theta_{tnk,eq,cm,d}|_{cm=1st} - \theta_{ex,d,Ave,d}) \times \left(2.1 \times \frac{\hat{\theta}_{bw,cm,d}|_{cm=2nd} - \theta_{ex,d,Ave,d}}{\hat{\theta}_{bw,cm,d}|_{cm=1st} - \theta_{ex,d,Ave,d}} - 1.2 \right) + \theta_{ex,d,Ave,d} \quad \begin{matrix} (23-1) \\ (27-2) \end{matrix}$$

ここで、

- $\theta_{tnk,eq,cm,d}$: 日付 d における制御モード cm の等価貯湯温度(°C)
- $\theta_{tnk,eq,frst}$: 着霜期条件における等価貯湯温度(°C)
- $\theta_{tnk,eq,frst_upper}$: 着霜領域(上限)における等価貯湯温度(°C)
- $\theta_{tnk,eq,win}$: 冬期条件における等価貯湯温度(°C)
- $\hat{\theta}_{bw,cm,d}$: 日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における制御モード cm の M1 スタンダードモード沸き上げ温度(°C)
- $\theta_{ex,d,Ave,d}$: 日付 d における日平均外気温度(°C)
- $\theta_{ex,frst}^*$: 着霜期条件の外気温度(°C)
- $\theta_{ex,frst_upper}^*$: 着霜領域(上限)の外気温度(°C)

である。

冬期条件、着霜期条件および着霜領域(上限)における等価貯湯温度($\theta_{tnk,eq,win}$ 、 $\theta_{tnk,eq,frst}$ 、 $\theta_{tnk,eq,frst_upper}$)は、式(24)-(28)により表される。

$$\theta_{tnk,eq,win} = \theta_{tnk,eq,test} \quad \begin{matrix} (24a) \\ (28a) \end{matrix}$$

$$\theta_{tnk,eq,frst} = \theta_{tnk,eq,test} + 23 \quad \begin{matrix} (24b) \\ (28b) \end{matrix}$$

$$\theta_{tnk,eq,frst_upper} = \theta_{tnk,eq,test} + 6.5 \quad \begin{matrix} (24c) \\ (28c) \end{matrix}$$

ここで、

- $\theta_{tnk,eq,frst}$: 着霜期条件における等価貯湯温度(°C)
- $\theta_{tnk,eq,frst_upper}$: 着霜領域(上限)における等価貯湯温度(°C)
- $\theta_{tnk,eq,win}$: 冬期条件における等価貯湯温度(°C)
- $\theta_{tnk,eq,test}$: 試験時の等価貯湯温度(°C)

である。

試験時の等価貯湯温度 $\theta_{tnk,eq,test}$ は、式(25)-(29)により表される。

$$\theta_{tnk,eq,test} = Q_{loss,test} \times \frac{10^6}{3600 \times 24} \times R_{tnk,test} + \theta_{ex,win}^* \quad (25) \quad (29)$$

ここで、

- $Q_{loss,test}$: 試験時の貯湯熱損失量(MJ/d)
- $R_{tnk,test}$: 貯湯タンク総括熱抵抗(K/W)
- $\theta_{tnk,eq,test}$: 試験時の等価貯湯温度(°C)
- $\theta_{ex,win}^*$: 冬期条件の外気温度(°C)

である。

10. 補機

10.1 消費電力量

日付 d の時刻 t における制御モード cm の1日当たりの補機の消費電力量 $E_{E,aux,cm,d,t}$ は、式(26)-(30)により表される。

$$E_{E,aux,cm,d,t} = \left[P_{aux,HP_on,test} \times \left(\tau_{HP,cm,hrs_{bw,d,t}} \Big|_{hrs_{bw}=night} + \tau_{HP,cm,hrs_{bw,d,t}} \Big|_{hrs_{bw}=day} \right) + P_{aux,HP_off,test} \times \left\{ 1 - \left(\tau_{HP,cm,hrs_{bw,d,t}} \Big|_{hrs_{bw}=night} + \tau_{HP,cm,hrs_{bw,d,t}} \Big|_{hrs_{bw}=day} \right) \right\} \right] \div 1000 \quad (26) \quad (30)$$

ここで、

- $E_{E,aux,cm,d,t}$: 日付 d の時刻 t における制御モード cm の1時間当たりの補機の消費電力量(kWh/h)
- $P_{aux,HP_off,test}$: 試験時のヒートポンプ停止時における補機の消費電力(W)
- $P_{aux,HP_on,test}$: 試験時のヒートポンプ運転時における補機の消費電力(W)
- $\tau_{HP,cm,hrs_{bw,d,t}}$: 日付 d の時刻 t における制御モード cm の沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する1時間当たりのヒートポンプ運転時間数(h/h)

である。

11. 制御

11.1 制御モード

沸き上げ熱量の制御モード cm (本算定方法においては、制御モード cm と記す)の種類は、表 44 の通りとする。ここで、ファーストモードとは、出荷時の運転設定をいう。セカンドモードとは、出荷時の運転設定(ファーストモード)より1日当たりの沸き上げ熱量を多めとする運転設定をいう。

表 14 制御モードの種類

記号 cm	制御モードの種類
1st	ファーストモード
2nd	セカンドモード

11.2 沸き上げ温度

日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における制御モード cm の M1 スタンダードモード沸き上げ温度 $\hat{\theta}_{bw,cm,d}$ は、沸き上げ時間帯の区分が夜間($hrs_{bw} = night$)の場合の日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する平均外気温度 $\theta_{ex,ave,hrs_{bw},d}$ に応じて、式(27)(31)で表される。

$$\hat{\theta}_{bw,cm,d} = \begin{cases} \hat{\theta}_{bw,imd,cm} + \frac{\theta_{ex,ave,d} - \theta_{ex,imd}^*}{\theta_{ex,imd}^* - \theta_{ex,win}^*} \times (\hat{\theta}_{bw,imd,cm} - \hat{\theta}_{bw,win,cm}) & (\theta_{ex,imd}^* < \theta_{ex,ave,d} \leq \theta_{ex,imd}^*) \\ \hat{\theta}_{bw,win,cm} & (\theta_{ex,win}^* < \theta_{ex,ave,d} \leq \theta_{ex,win}^*) \\ \hat{\theta}_{bw,frst,cm} + \frac{\theta_{ex,ave,d} - \theta_{ex,frst}^*}{\theta_{ex,frst,upper}^* - \theta_{ex,frst}^*} \times (\hat{\theta}_{bw,win,cm} - \hat{\theta}_{bw,frst,cm}) & (\theta_{ex,frst}^* < \theta_{ex,ave,d} \leq \theta_{ex,frst,upper}^*) \\ \hat{\theta}_{bw,frst,cm} + \frac{\theta_{ex,ave,d} - \theta_{ex,frst}^*}{\theta_{ex,frst}^* - \theta_{ex,win_cd}^*} \times (\hat{\theta}_{bw,frst,cm} - \hat{\theta}_{bw,win_cd,cm}) & (\theta_{ex,win_cd}^* < \theta_{ex,ave,d} \leq \theta_{ex,frst}^*) \\ \hat{\theta}_{bw,win_cd,cm} & (\theta_{ex,ave,d} \leq \theta_{ex,win_cd}^*) \end{cases} \quad (31)$$

$$\hat{\theta}_{bw,cm,d} = \begin{cases} \hat{\theta}_{bw,imd,cm} + \frac{\theta_{ex,ave,hrs_{bw},d} |_{hrs_{bw}=night} - \theta_{ex,imd}^*}{\theta_{ex,imd}^* - \theta_{ex,win}^*} \times (\hat{\theta}_{bw,imd,cm} - \hat{\theta}_{bw,win,cm}) & (\theta_{ex,imd}^* < \theta_{ex,ave,hrs_{bw},d} |_{hrs_{bw}=night} \leq \theta_{ex,imd}^*) \\ \hat{\theta}_{bw,win,cm} & (\theta_{ex,frst,upper}^* < \theta_{ex,ave,hrs_{bw},d} |_{hrs_{bw}=night} \leq \theta_{ex,win}^*) \\ \hat{\theta}_{bw,frst,cm} + \frac{\theta_{ex,ave,hrs_{bw},d} |_{hrs_{bw}=night} - \theta_{ex,frst}^*}{\theta_{ex,frst,upper}^* - \theta_{ex,frst}^*} \times (\hat{\theta}_{bw,win,cm} - \hat{\theta}_{bw,frst,cm}) & (\theta_{ex,frst}^* < \theta_{ex,ave,hrs_{bw},d} |_{hrs_{bw}=night} \leq \theta_{ex,frst,upper}^*) \\ \hat{\theta}_{bw,frst,cm} + \frac{\theta_{ex,ave,hrs_{bw},d} |_{hrs_{bw}=night} - \theta_{ex,frst}^*}{\theta_{ex,frst}^* - \theta_{ex,win_cd}^*} \times (\hat{\theta}_{bw,frst,cm} - \hat{\theta}_{bw,win_cd,cm}) & (\theta_{ex,win_cd}^* < \theta_{ex,ave,hrs_{bw},d} |_{hrs_{bw}=night} \leq \theta_{ex,frst}^*) \\ \hat{\theta}_{bw,win_cd,cm} & (\theta_{ex,ave,hrs_{bw},d} |_{hrs_{bw}=night} \leq \theta_{ex,win_cd}^*) \end{cases} \quad (31)$$

ここで、

$\hat{\theta}_{bw,cm,d}$: 日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における制御モード cm の M1 スタンダードモード沸き上げ温度(°C)

$\hat{\theta}_{bw,frst,cm}$: 制御モード cm の着霜期条件における M1 スタンダードモード沸き上げ温度(°C)

$\hat{\theta}_{bw,imd,cm}$: 制御モード cm の中間期条件における M1 スタンダードモード沸き上げ温度(°C)

$\hat{\theta}_{bw,sum,cm}$: 制御モード cm の夏期条件における M1 スタンダードモード沸き上げ温度(°C)

$\hat{\theta}_{bw,win,cm}$: 制御モード cm の冬期条件における M1 スタンダードモード沸き上げ温度(°C)

$\hat{\theta}_{bw,win_cd,cm}$: 制御モード cm の寒冷地冬期条件における M1 スタンダードモード沸き上げ温度(°C)

$\theta_{ex,ave,d}$ $\theta_{ex,ave,hrs_{bw},d}$: 日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における夜間沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する平均外気温度(°C)

$\theta_{ex,frst}^*$: 着霜期条件の外気温度(°C)

$\theta_{ex,frst,upper}^*$: 着霜領域(上限)の外気温度(°C)

$\theta_{ex,imd}^*$: 中間期条件の外気温度(°C)

$\theta_{ex,win}^*$: 冬期条件の外気温度(°C)

θ_{ex,win_cd}^* : 寒冷地冬期条件の外気温度(°C)

である。

制御モード cm の M1 スタンダードモード沸き上げ温度 ($\hat{\theta}_{bw,sum,cm}$ 、 $\hat{\theta}_{bw,imd,cm}$ 、 $\hat{\theta}_{bw,win,cm}$ 、 $\hat{\theta}_{bw,frst,cm}$ 、 $\hat{\theta}_{bw,win_cd,cm}$) は、制御モード cm に応じて式(28) (32) で表される。

$cm = 1st$ (制御モードがファーストモード) の場合:

$$\hat{\theta}_{bw,sum,cm} = \theta_{bw,std}^* \quad \begin{array}{l} (28a-1) \\ (32a-1) \end{array}$$

$$\hat{\theta}_{bw,imd,cm} = \theta_{bw,std}^* \quad \begin{array}{l} (28b-1) \\ (32b-1) \end{array}$$

$$\hat{\theta}_{bw,win,cm} = \max(\theta_{bw,std}^*, \hat{\theta}_{bw,win,cm,test}|_{cm=1st}) \quad \begin{array}{l} (28c-1) \\ (32c-1) \end{array}$$

$$\hat{\theta}_{bw,frst,cm} = \min(\theta_{bw,high}^*, \hat{\theta}_{bw,win,cm}|_{cm=1st} + 6) \quad \begin{array}{l} (28d-1) \\ (32d-1) \end{array}$$

$$\hat{\theta}_{bw,win_cd,cm} = \min(\theta_{bw,high}^*, \hat{\theta}_{bw,win,cm}|_{cm=1st} + 8) \quad \begin{array}{l} (28e-1) \\ (32e-1) \end{array}$$

$cm = 2nd$ (制御モードがセカンドモード) の場合:

$$\hat{\theta}_{bw,sum,cm} = \hat{\theta}_{bw,sum,cm}|_{cm=1st} + (\hat{\theta}_{bw,win,cm}|_{cm=2nd} - \hat{\theta}_{bw,win,cm}|_{cm=1st}) \quad \begin{array}{l} (28a-2) \\ (32a-2) \end{array}$$

$$\hat{\theta}_{bw,imd,cm} = \hat{\theta}_{bw,imd,cm}|_{cm=1st} + (\hat{\theta}_{bw,win,cm}|_{cm=2nd} - \hat{\theta}_{bw,win,cm}|_{cm=1st}) \quad \begin{array}{l} (28b-2) \\ (32b-2) \end{array}$$

$$\hat{\theta}_{bw,win,cm} = \hat{\theta}_{bw,win,cm}|_{cm=1st} + \max(\Delta\hat{\theta}_{bw,win,test}^*, \hat{\theta}_{bw,win,cm,test}|_{cm=2nd} - \hat{\theta}_{bw,win,cm,test}|_{cm=1st}) \quad \begin{array}{l} (28c-2) \\ (32c-2) \end{array}$$

$$\hat{\theta}_{bw,frst,cm} = \min(\theta_{bw,high}^*, \hat{\theta}_{bw,frst,cm}|_{cm=1st} + (\hat{\theta}_{bw,win,cm}|_{cm=2nd} - \hat{\theta}_{bw,win,cm}|_{cm=1st})) \quad \begin{array}{l} (28d-2) \\ (32d-2) \end{array}$$

$$\begin{aligned} &\hat{\theta}_{bw,win_cd,cm} \quad \begin{array}{l} (28e-2) \\ (32e-2) \end{array} \\ &= \min(\theta_{bw,high}^*, \hat{\theta}_{bw,win_cd,cm}|_{cm=1st} + (\hat{\theta}_{bw,win,cm}|_{cm=2nd} - \hat{\theta}_{bw,win,cm}|_{cm=1st})) \end{aligned}$$

ここで、

- $\hat{\theta}_{bw,frst,cm}$: 制御モード cm の着霜期条件における M1 スタンダードモード沸き上げ温度 (°C)
- $\hat{\theta}_{bw,imd,cm}$: 制御モード cm の中間期条件における M1 スタンダードモード沸き上げ温度 (°C)
- $\hat{\theta}_{bw,sum,cm}$: 制御モード cm の夏期条件における M1 スタンダードモード沸き上げ温度 (°C)
- $\hat{\theta}_{bw,win,cm}$: 制御モード cm の冬期条件における M1 スタンダードモード沸き上げ温度 (°C)

- $\hat{\theta}_{bw,win,cm,test}$: 試験時の制御モード cm の冬期条件における M1 スタANDARDモード沸き上げ温度(°C)
- $\hat{\theta}_{bw,win,cd,cm}$: 制御モード cm の寒冷地冬期条件における M1 スタANDARDモード沸き上げ温度(°C)
- $\Delta\hat{\theta}_{bw,win,test}^*$: 試験時のファーストモードの冬期条件における M1 スタANDARDモード沸き上げ温度とセカンドモードの冬期条件における M1 スタANDARDモード沸き上げ温度の差の最小値(°C)
- $\theta_{bw,std}^*$: 標準条件の沸き上げ温度(°C)

である。試験時のファーストモードの冬期条件における M1 スタANDARDモード沸き上げ温度とセカンドモードの冬期条件における M1 スタANDARDモード沸き上げ温度の差の最小値 $\Delta\hat{\theta}_{bw,win,test}^*$ は、5°Cとする。

本算定方法においては、沸き上げ温度には標準条件および高温条件を設定し、それぞれの条件に対して表 25 に示す沸き上げ温度を適用するものとする。

表 25 沸き上げ温度条件の種類

沸き上げ温度条件	沸き上げ温度(°C)
標準条件 $\theta_{bw,std}^*$	65
高温条件 $\theta_{bw,hiah}^*$	90

11.3 沸き上げ時間帯・沸き上げ終了時刻沸き上げ時間帯の制御の参照時刻・ヒートポンプ運転時間数の上限

沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} の種類は、表 36 の通りとする。

表 36 沸き上げ時間帯の種類区分

記号 hrs_{bw}	沸き上げ時間帯の種類区分
$nighy$	夜間
day	昼間

沸き上げ時間帯の制御は、沸き上げ時間帯の区分が夜間($hrs_{bw} = night$)の場合、終了時刻制御のみとする。沸き上げ時間帯の区分が昼間($hrs_{bw} = day$)の場合、終了時刻制御、開始時刻制御および中心時刻制御のいずれかとする。

沸き上げ時間帯 hrs_{bw} に対する沸き上げ終了時刻 $t_{HP,stop,hrs_{bw}}$ は、沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する沸き上げ時間帯の制御の参照時刻 $t_{HP,ref,hrs_{bw}}$ は、沸き上げ時間帯の区分が夜間($hrs_{bw} = night$)の場合は 7 時とし、沸き上げ時間帯の区分が昼間($hrs_{bw} = day$)の場合、沸き上げ時間帯の制御が終了時刻制御である場合には 16 時、開始時刻制御である場合には 9 時、中心時刻制御である場合には 12 時とする。

沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する 1 日当たりのヒートポンプ運転時間数の上限 $t_{HP,max,hrs_{bw}}$ は、式(29)(33)により表される。

$hrs_{bw} = night$ (沸き上げ時間帯の区分が夜間)の場合:

$$\frac{t_{HP,max,hrs_{bw}}}{hrs_{bw}=night} \cdot t_{HP,max,hrs_{bw}} = \begin{cases} 24 & (R_{Q_{HP},day,cm} = 0) \\ 15 & (R_{Q_{HP},day,cm} \neq 0) \end{cases} \quad \begin{matrix} (29-1) \\ (33-1) \end{matrix}$$

$hrs_{bw} = day$ (沸き上げ時間帯の区分が昼間)の場合:

$$\dot{t}_{HP,max,hrs_{bw}} \Big|_{hrs_{bw}=day} \dot{t}_{HP,max,hrs_{bw}} = \begin{cases} 0 & (R_{\dot{Q}_{HP},day,cm} = 0) \\ 7 & (R_{\dot{Q}_{HP},day,cm} \neq 0) \end{cases} \quad \begin{matrix} (29-2) \\ (33-2) \end{matrix}$$

ここで、

$R_{\dot{Q}_{HP},day,cm}$: ヒートポンプ昼間沸上率制御モード cm の1日当たりの沸き上げ熱量に対する昼間の沸き上げ熱量の比(-)

$\dot{t}_{HP,max,hrs_{bw}}$: 沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する1日当たりのヒートポンプ運転時間数の上限(h/d)

である。

11.4 1日当たりの沸き上げ熱量に対する昼間の沸き上げ熱量の比

制御モード cm の1日当たりの沸き上げ熱量に対する昼間の沸き上げ熱量の比 $R_{\dot{Q}_{HP},cm,day}$ は、式(34)により表される。

$R_{E,day} = 0$ の場合:

$$R_{\dot{Q}_{HP},day,cm} = 0.00 \quad (34-1)$$

$R_{E,day} \neq 0$ の場合:

$cm = 1st$ (制御モードがファーストモード)の場合:

$$R_{\dot{Q}_{HP},day,cm} = \max\left(\frac{R_{E,day}}{100} - 0.05, 0.50\right) \quad (34-2)$$

$cm = 2nd$ (制御モードがセカンドモード)の場合:

$$R_{\dot{Q}_{HP},day,cm} = 0.50 \quad (34-3)$$

ここで、

$R_{\dot{Q}_{HP},day,cm}$: 制御モード cm の1日当たりの沸き上げ熱量に対する昼間の沸き上げ熱量の比(-)

$R_{E,day}$: 昼間消費電力量比率(-)

である。

12. 給湯機の仕様

給湯機の各種仕様は、表 47 に示す、「家庭用ヒートポンプ給湯機のエネルギー消費性能算定のための試験方法及び登録パラメータ抽出方法(一般社団法人 日本冷凍空調工業会 Web サイト (<https://www.jraia.or.jp/> [アクセス日:2021年4月])内で公開)」が規定する方法(以下、JRAIA 試験方法と記す)により得られる数値とするか、当該給湯機の効率 $e_{rt,d}$ に応じて定まる数値とする。

表 47(a) 給湯機の仕様の決定方法 (JRAIA 試験方法により得られる数値を用いる場合)

記号	名称と単位	JRAIA 試験方法における名称	対応する試験の名称
$P_{HP,imd-std,test}$	試験時の中間期標準加熱条件におけるヒートポンプの消費電力 (kW)	試験時の中間期標準消費電力	ヒートポンプ加熱性能試験
$P_{HP,sum-std,test}$	試験時の夏期標準加熱条件におけるヒートポンプの消費電力 (kW)	試験時の夏期標準消費電力	
$P_{HP,win-std,test}$	試験時の冬期標準加熱条件におけるヒートポンプの消費電力 (kW)	試験時の冬期標準消費電力	
$Q_{HP,imd-std,test}$	試験時の中間期標準加熱条件におけるヒートポンプの加熱能力 (kW)	試験時の中間期標準加熱能力	
$Q_{HP,sum-std,test}$	試験時の夏期標準加熱条件におけるヒートポンプの加熱能力 (kW)	試験時の夏期標準加熱能力	
$Q_{HP,win-std,test}$	試験時の冬期標準加熱条件におけるヒートポンプの加熱能力 (kW)	試験時の冬期標準加熱能力	
$e_{HP,def-high,test}$	試験時の着霜期高温加熱条件におけるヒートポンプの除霜運転を含むエネルギー消費効率 (-)	試験時の着霜期高温エネルギー消費効率	
$e_{HP,frst-high,test}$	試験時の着霜期高温加熱条件におけるヒートポンプの除霜運転を除くエネルギー消費効率 (-)	試験時の着霜期高温ヒートポンプ運転時エネルギー消費効率	
$\theta_{bw,frst-high,test}$	試験時の着霜期高温加熱条件における沸き上げ温度 (°C)	試験時の着霜期高温沸上げ温度	
$\theta_{bw,imd-std,test}$	試験時の中間期標準加熱条件における沸き上げ温度 (°C)	試験時の中間期標準沸上げ温度	
$\theta_{bw,sum-std,test}$	試験時の夏期標準加熱条件における沸き上げ温度 (°C)	試験時の夏期標準沸上げ温度	
$\theta_{bw,win-std,test}$	試験時の冬期標準加熱条件における沸き上げ温度 (°C)	試験時の冬期標準沸上げ温度	
A_p	ヒートポンプの消費電力を求める回帰式の傾き (kW/°C)	ヒートポンプ消費電力を求める回帰式の係数 A_p	
B_p	ヒートポンプの消費電力を求める回帰式の切片 (kW)	ヒートポンプ消費電力を求める回帰式の係数 B_p	
$P_{aux,HP,on,test}$	試験時のヒートポンプ運転時における補機の消費電力 (W)	ヒートポンプ運転時補機消費電力	給湯モード性能試験
$P_{aux,HP,off,test}$	試験時のヒートポンプ停止時における補機の消費電力 (W)	ヒートポンプ停止時補機消費電力	
$Q_{loss,test}$	試験時の貯湯熱損失量 (MJ/d)	給湯保温モード貯湯損失熱量	貯湯タンク保温性能試験
$R_{tnk,test}$	貯湯タンク総括熱抵抗 (K/W)	貯湯タンク総括熱抵抗	
$\hat{\theta}_{bw,win,cm,test} \Big _{cm=1st}$	試験時のファーストモードの冬期条件における M1 スタンダードモード沸き上げ温度 (°C)	試験時の冬期 M1 スタンダードモード沸上げ温度 (ファーストモード)	M1 スタンダードモード試験
$\hat{\theta}_{bw,win,cm,test} \Big _{cm=2nd}$	試験時のセカンドモードの冬期条件における M1 スタンダードモード沸き上げ温度 (°C)	試験時の冬期 M1 スタンダードモード沸上げ温度 (セカンドモード)	

表 47(b)-1 給湯機の仕様の決定方法 (当該給湯機の効率に応じて定まる数値を用いる場合)

記号	名称と単位	当該給湯機の効率 e_{rtd}				
		2.7	2.8	2.9	3.0	3.1
$P_{HP,imd-std,test}$	試験時の中間期標準加熱条件におけるヒートポンプの消費電力 (kW)	1.175	1.146	1.117	1.088	1.059
$P_{HP,sum-std,test}$	試験時の夏期標準加熱条件におけるヒートポンプの消費電力 (kW)	1.031	1.005	0.980	0.954	0.929
$P_{HP,win-std,test}$	試験時の冬期標準加熱条件におけるヒートポンプの消費電力 (kW)	1.263	1.232	1.201	1.170	1.139
$Q_{HP,imd-std,test}$	試験時の中間期標準加熱条件におけるヒートポンプの加熱能力 (kW)	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50
$Q_{HP,sum-std,test}$	試験時の夏期標準加熱条件におけるヒートポンプの加熱能力 (kW)	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50
$Q_{HP,win-std,test}$	試験時の冬期標準加熱条件におけるヒートポンプの加熱能力 (kW)	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50
$e_{HP,def-high,test}$	試験時の着霜期高温加熱条件におけるヒートポンプの除霜運転を含むエネルギー消費効率 (-)	2.37	2.43	2.49	2.56	2.63
$e_{HP,frst-high,test}$	試験時の着霜期高温加熱条件におけるヒートポンプの除霜運転を除くエネルギー消費効率 (-)	2.56	2.62	2.69	2.76	2.84
$\theta_{bw,frst-high,test}$	試験時の着霜期高温加熱条件における沸き上げ温度 (°C)	90	90	90	90	90
$\theta_{bw,imd-std,test}$	試験時の中間期標準加熱条件における沸き上げ温度 (°C)	65	65	65	65	65
$\theta_{bw,sum-std,test}$	試験時の夏期標準加熱条件における沸き上げ温度 (°C)	65	65	65	65	65
$\theta_{bw,win-std,test}$	試験時の冬期標準加熱条件における沸き上げ温度 (°C)	65	65	65	65	65
A_p	ヒートポンプの消費電力を求める回帰式の傾き (kW/°C)	0.0135	0.0132	0.0129	0.0125	0.0122
B_p	ヒートポンプの消費電力を求める回帰式の切片 (kW)	0.4961	0.4827	0.4709	0.4574	0.4456
$P_{aux,HP,on,test}$	試験時のヒートポンプ運転時における補機の消費電力 (W)	21	21	21	21	21
$P_{aux,HP,off,test}$	試験時のヒートポンプ停止時における補機の消費電力 (W)	6	6	6	6	6
$Q_{loss,test}$	試験時の貯湯熱損失量 (MJ/d)	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5
$R_{tnk,test}$	貯湯タンク総括熱抵抗 (K/W)	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
$\hat{\theta}_{bw,win,cm,test} _{cm=1st}$	試験時のファーストモードの冬期条件における M1 スタンダードモード沸き上げ温度 (°C)	69	69	69	69	69
$\hat{\theta}_{bw,win,cm,test} _{cm=2nd}$	試験時のセカンドモードの冬期条件における M1 スタンダードモード沸き上げ温度 (°C)	76	76	76	76	76

表 47(b)-2 給湯機の仕様の決定方法 (当該給湯機の効率に応じて定まる数値を用いる場合)

記号	名称と単位	当該給湯機の効率 e_{rtd}				
		3.2	3.3	3.4	3.5	3.6
$P_{HP,imd-std,test}$	試験時の中間期標準加熱条件におけるヒートポンプの消費電力 (kW)	1.031	1.002	0.973	0.944	0.915
$P_{HP,sum-std,test}$	試験時の夏期標準加熱条件におけるヒートポンプの消費電力 (kW)	0.904	0.879	0.854	0.828	0.803
$P_{HP,win-std,test}$	試験時の冬期標準加熱条件におけるヒートポンプの消費電力 (kW)	1.109	1.077	1.046	1.015	0.984
$Q_{HP,imd-std,test}$	試験時の中間期標準加熱条件におけるヒートポンプの加熱能力 (kW)	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50
$Q_{HP,sum-std,test}$	試験時の夏期標準加熱条件におけるヒートポンプの加熱能力 (kW)	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50
$Q_{HP,win-std,test}$	試験時の冬期標準加熱条件におけるヒートポンプの加熱能力 (kW)	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50
$e_{HP,def-high,test}$	試験時の着霜期高温加熱条件におけるヒートポンプの除霜運転を含むエネルギー消費効率 (-)	2.70	2.78	2.87	2.95	3.04
$e_{HP,frst-high,test}$	試験時の着霜期高温加熱条件におけるヒートポンプの除霜運転を除くエネルギー消費効率 (-)	2.91	3.00	3.09	3.18	3.28
$\theta_{bw,frst-high,test}$	試験時の着霜期高温加熱条件における沸き上げ温度 (°C)	90	90	90	90	90
$\theta_{bw,imd-std,test}$	試験時の中間期標準加熱条件における沸き上げ温度 (°C)	65	65	65	65	65
$\theta_{bw,sum-std,test}$	試験時の夏期標準加熱条件における沸き上げ温度 (°C)	65	65	65	65	65
$\theta_{bw,win-std,test}$	試験時の冬期標準加熱条件における沸き上げ温度 (°C)	65	65	65	65	65
A_p	ヒートポンプの消費電力を求める回帰式の傾き (kW/°C)	0.0119	0.0115	0.0112	0.0109	0.0105
B_p	ヒートポンプの消費電力を求める回帰式の切片 (kW)	0.4329	0.4228	0.4110	0.3976	0.3858
$P_{aux,HP,on,test}$	試験時のヒートポンプ運転時における補機の消費電力 (W)	21	21	21	21	21
$P_{aux,HP,off,test}$	試験時のヒートポンプ停止時における補機の消費電力 (W)	6	6	6	6	6
$Q_{loss,test}$	試験時の貯湯熱損失量 (MJ/d)	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5
$R_{tnk,test}$	貯湯タンク総括熱抵抗 (K/W)	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
$\hat{\theta}_{bw,win,cm,test} _{cm=1st}$	試験時のファーストモードの冬期条件における M1 スタンダードモード沸き上げ温度 (°C)	69	69	69	69	69
$\hat{\theta}_{bw,win,cm,test} _{cm=2nd}$	試験時のセカンドモードの冬期条件における M1 スタンダードモード沸き上げ温度 (°C)	76	76	76	76	76

当該給湯機の効率 e_{rtd} は、2.7とするか、対象機器の JIS C 9220 に基づく年間給湯保温効率 (JIS) または年間給湯効率 (JIS) を用いることができる。ただし、当該給湯機がふろ熱回収機能を有する場合、JIS C 9220 に基づく年間給湯保温効率 (JIS) のうち、ふろ熱回収なしの値とする。設置する機種に、JIS C 9220 に基づく年間給

湯保温効率 (JIS) 又は年間給湯効率 (JIS) の値が表示されておらず、代わりに、日本冷凍空調工業会標準規格 JRA4050 に基づく年間給湯効率 (APF) が表示されている場合は、式 (30) (35) により換算することができる。

ふろ機能の種類が「ふろ給湯機 (追焚あり)」の場合:

$$e_{rtd} = e_{APF} - 0.7$$

(30-1)

(35-1)

ふろ機能の種類が「給湯単機能」又は「ふろ給湯機 (追焚なし)」の場合:

$$e_{rtd} = e_{APF} - 0.5$$

(30-2)

(35-2)

ここで、

e_{APF} : JRA4050 に基づく年間給湯効率(-)

e_{rtd} : 当該給湯機の効率(-)

である。ただし、JIS C 9220 に基づく年間給湯保温効率 (JIS) および年間給湯効率 (JIS) の値、式 (28) (35) により換算した値は、3.6 を超える場合には 3.6 に等しいとし、2.7 を下回る場合は 2.7 に等しいとする。設置する給湯機が複数あり、いずれも電気ヒートポンプ給湯機でかつ効率が異なる場合は当該給湯機の効率の小さい方の値により評価する。

ヒートポンプ昼間沸上率 $R_{E,day}$ は、当該電気ヒートポンプ給湯機が、「エネルギー消費性能計算プログラムにおける昼間沸上げ形家庭用ヒートポンプ給湯機の評価入力方法および該当機種形式一覧 (一般社団法人日本冷凍空調工業会 Web サイト (<https://www.jraia.or.jp/> [アクセス日: 2023 年 10 月]) 内で公開)」に掲載する認定機種に該当し、かつ昼間沸き上げを評価する場合は 0.5 とし、上記以外の場合は 0.0 とする。昼間沸き上げの評価対象は、「エネルギー消費性能計算プログラムにおける昼間沸上げ形家庭用ヒートポンプ給湯機の評価入力方法および該当機種形式一覧 (一般社団法人日本冷凍空調工業会 Web サイト (<https://www.jraia.or.jp/> [アクセス日: 2023 年 10 月]) 内で公開)」に掲載する認定機種に限る。昼間沸き上げを評価しない場合、昼間消費電力量比率 $R_{E,day}$ は 0 % とし、昼間における沸き上げ時間帯の制御 (以下、昼間沸き上げ時間帯の制御と記す) は定義しないものとする。昼間沸き上げを評価する場合、昼間消費電力量比率 $R_{E,day}$ は、JRA4085 に規定する方法により得られる値とする。また、昼間沸き上げ時間帯の制御は、「エネルギー消費性能計算プログラムにおける昼間沸上げ形家庭用ヒートポンプ給湯機の運用管理要綱 (一般社団法人日本冷凍空調工業会 Web サイト (<https://www.jraia.or.jp/> [アクセス日: 2025 年 4 月]) 内で公開)」に基づき判定された仕様とする。ただし、①昼間消費電力量比率 $R_{E,day}$ について JRA4085 に規定する方法により得られる値が不明である場合、もしくは②昼間沸き上げ時間帯の制御が終了時刻制御、開始時刻制御および中心時刻制御のいずれにも該当しないか不明である場合、または①②の両方に該当する場合は、昼間消費電力量比率 $R_{E,day}$ は 50 % とし、なおかつ昼間沸き上げ時間帯の制御は終了時刻制御とする。また、昼間沸き上げをその評価する場合においては、給湯機の各種仕様は、当該給湯機の効率 e_{rtd} に応じて定まる数値とする。この際、当該給湯機の効率 e_{rtd} には、対象機器の JIS C 9220 に基づく年間給湯保温効率 (JIS) または年間給湯効率 (JIS) を用いる。

13. 外気温度条件

本計算法における外気温度に関する条件は、表 58 の通り設定する。

表 58 外気温度

外気温度の名称と記号	温度(°C)
夏期条件 $\theta_{ex,sum}^*$	25 (JIS C 9220 による)
中間期条件 $\theta_{ex,imd}^*$	16 (JIS C 9220 による)
冬期条件 $\theta_{ex,win}^*$	7 (JIS C 9220 による)
着霜条件 $\theta_{ex,frst}^*$	2 (JIS C 9220 による)
寒冷地冬期条件 $\theta_{ex,win,cd}^*$	-7 (JIS C 9220 による)
着霜領域(上限) $\theta_{ex,frst,upper}^*$	5
着霜領域(中間) $\theta_{ex,frst,imd}^*$	-2

14. 1 日当たりの太陽熱補正給湯熱負荷

日付 d における 1 日当たりの太陽熱補正給湯熱負荷 L_d'' は、式(31)(36)により表される。

$$L_d'' = L_{k,d}'' + L_{s,d}'' + L_{w,d}'' + L_{b1,d}'' + L_{b2,d}'' + L_{ba1,d}'' + L_{ba2,d}'' \quad (31)$$

(36)

ここで、

L_d'' : 日付 d における 1 日当たりの太陽熱補正給湯熱負荷 (MJ/d)

$L_{k,d}''$: 日付 d における 1 日当たりの台所水栓における太陽熱補正給湯熱負荷 (MJ/d)

$L_{s,d}''$: 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太陽熱補正給湯熱負荷 (MJ/d)

$L_{w,d}''$: 日付 d における 1 日当たりの洗面水栓における太陽熱補正給湯熱負荷 (MJ/d)

$L_{b1,d}''$: 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太陽熱補正給湯熱負荷 (MJ/d)

$L_{b2,d}''$: 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太陽熱補正給湯熱負荷 (MJ/d)

$L_{ba1,d}''$: 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太陽熱補正給湯熱負荷 (MJ/d)

$L_{ba2,d}''$: 日付 d における 1 日当たりの浴槽追焚時における太陽熱補正給湯熱負荷 (MJ/d)

である。

日付 d における 1 日当たりの各用途における太陽熱補正給湯熱負荷 $L_{k,d}''$ 、 $L_{s,d}''$ 、 $L_{w,d}''$ 、 $L_{b1,d}''$ 、 $L_{b2,d}''$ 、 $L_{ba1,d}''$ 及び $L_{ba2,d}''$ は、それぞれ式(32a)～(32g)(37)により表される。

$$L_{k,d}'' = \sum_{t=0}^{23} L_{k,d,t}'' \quad (32a)$$

(37a)

$$L''_{s,d} = \sum_{t=0}^{23} L''_{s,d,t} \quad \begin{array}{l} (32b) \\ (37b) \end{array}$$

$$L''_{w,d} = \sum_{t=0}^{23} L''_{w,d,t} \quad \begin{array}{l} (32e) \\ (37c) \end{array}$$

$$L''_{b1,d} = \sum_{t=0}^{23} L''_{b1,d,t} \quad \begin{array}{l} (32d) \\ (37d) \end{array}$$

$$L''_{b2,d} = \sum_{t=0}^{23} L''_{b2,d,t} \quad \begin{array}{l} (32e) \\ (37e) \end{array}$$

$$L''_{ba1,d} = \sum_{t=0}^{23} L''_{ba1,d,t} \quad \begin{array}{l} (32f) \\ (37f) \end{array}$$

$$L''_{ba2,d} = \sum_{t=0}^{23} L''_{ba2,d,t} \quad \begin{array}{l} (32g) \\ (37g) \end{array}$$

ここで、

- $L''_{k,d}$: 日付 d における1日当たりの台所水栓における太陽熱補正給湯熱負荷(MJ/d)
- $L''_{s,d}$: 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太陽熱補正給湯熱負荷(MJ/d)
- $L''_{w,d}$: 日付 d における1日当たりの洗面水栓における太陽熱補正給湯熱負荷(MJ/d)
- $L''_{b1,d}$: 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太陽熱補正給湯熱負荷(MJ/d)
- $L''_{b2,d}$: 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太陽熱補正給湯熱負荷(MJ/d)
- $L''_{ba1,d}$: 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太陽熱補正給湯熱負荷(MJ/d)
- $L''_{ba2,d}$: 日付 d における1日当たりの浴槽追焚時における太陽熱補正給湯熱負荷(MJ/d)
- $L''_{k,d,t}$: 日付 d の時刻 t における1時間当たりの台所水栓における太陽熱補正給湯熱負荷(MJ/h)
- $L''_{s,d,t}$: 日付 d の時刻 t における1時間当たりの浴室シャワー水栓における太陽熱補正給湯熱負荷(MJ/h)
- $L''_{w,d,t}$: 日付 d の時刻 t における1時間当たりの洗面水栓における太陽熱補正給湯熱負荷(MJ/h)
- $L''_{b1,d,t}$: 日付 d の時刻 t における1時間当たりの浴槽水栓湯はり時における太陽熱補正給湯熱負荷(MJ/h)
- $L''_{b2,d,t}$: 日付 d の時刻 t における1時間当たりの浴槽自動湯はり時における太陽熱補正給湯熱負荷(MJ/h)
- $L''_{ba1,d,t}$: 日付 d の時刻 t における1時間当たりの浴槽水栓さし湯時における太陽熱補正給湯熱負荷(MJ/h)
- $L''_{ba2,d,t}$: 日付 d の時刻 t における1時間当たりの浴槽追焚時における太陽熱補正給湯熱負荷(MJ/h)

である。

日付 d の時刻 t における1時間当たりの各用途における太陽熱補正給湯熱負荷 $L''_{k,d,t}$ 、 $L''_{s,d,t}$ 、 $L''_{w,d,t}$ 、 $L''_{\theta 1,d,t}$ 、 $L''_{b2,d,t}$ 、 $L''_{ba1,d,t}$ 及び $L''_{ba2,d,t}$ は、第七章「給湯設備」第一節「全般」により定まる。

15. 外気温度

日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における沸き上げ時間帯の区分 hrs_{bw} に対する平均外気温度 $\theta_{ex,ave,hrs_{bw},d}$ は、沸き上げ時間帯の区分が夜間($hrs_{bw} = night$)の場合には前日の23時から当日の7時までの、沸き上げ時間帯の区分が昼間($hrs_{bw} = day$)の場合には当日の9時から16時までの外気温度の平均として、式(38)により表される。

$hrs_{bw} = night$ (沸き上げ時間帯の区分が夜間)の場合:

$$\theta_{ex,ave,hrs_{bw},d} |_{hrs_{bw}=night} = \left\{ \theta_{ex,d-1,23} + \sum_{t=0}^6 \theta_{ex,d,t} \right\} / 8 \quad (38-1)$$

$hrs_{bw} = day$ (沸き上げ時間帯の区分が昼間)の場合:

$$\theta_{ex,ave,hrs_{bw},d} |_{hrs_{bw}=day} = \sum_{t=9}^{15} \theta_{ex,d,t} / 7 \quad (38-2)$$

ここで、

$\theta_{ex,d,t}$: 日付 d 時刻 t における外気温度(°C)

$\theta_{ex,d-1,23}$: 日付 $d-1$ における23時における外気温度(°C)

$\theta_{ex,Nave,d}$: 日付 d の沸き上げ熱量に応じる運転における夜間平均外気温度(°C)

である。

日付 d の時刻 t における外気温度 $\theta_{ex,d,t}$ および日付 d における日平均外気温度 $\theta_{ex,d,Ave,d}$ は、第七章「給湯設備」第一節「全般」により定まる。

16. 日付および時刻の読み替え

日付 d が0日(1月1日)である場合は、日付 $d-1$ は364日(12月31日)と読み替える。

日付 d が364日(12月31日)の場合、日付 $d+1$ は0日(1月1日)と読み替える。

時刻 t が0時である場合は、日付 d の時刻 $t-1$ は日付 $d-1$ の23時と読み替える。