

## クローズドループ型地中熱ヒートポンプシステムにおける 相当熱交換器長換算係数に関する任意評定ガイドライン

一般社団法人 住宅性能評価・表示協会

### 1. 適用範囲

本ガイドラインは、平成28年国土交通省告示第265号第1の1(1)に定める空気調和設備の設計一次エネルギー消費量計算に用いる地中熱ヒートポンプシステムの評価で用いる相当熱交換器長換算係数の計算式の作成について、評定方法を定めるものである。

なお、本ガイドラインは、平成28年省エネルギー基準（非住宅建築物）地中熱ヒートポンプシステムの熱源水温度計算方法（令和3年4月 国土交通省国土技術政策総合研究所 国立研究開発法人建築研究所）（以下、「地中熱HP熱源水温度計算方法」という。）が適用される、以下の地中熱利用システムを対象とする。

- ・空調のみに利用するシステム（給湯、融雪、あるいはそれらの複合用途のシステムを除く。）
- ・間接方式のヒートポンプシステム
- ・クローズドループ型
- ・熱媒体が、地盤側は液体、需要側は空気（直膨式）又は液体である地中熱ヒートポンプシステム

### 2. 引用規格等

- ・地中熱HP熱源水温度計算方法（令和3年4月）

### 3. 用語の定義

本ガイドラインで用いる主な用語の定義は、地中熱HP熱源水温度計算方法によるほか、次による。

#### 3.1 地中熱交換器

地中から採熱又は地中へ放熱するために設置した熱交換器本体に加え、ボアホール及びトレンチ内の充填物並びに杭及びその内部の充填物も含めた広義の地中熱交換器をいう。

#### 3.2 地中熱ヒートポンプシステム

本ガイドラインにおいては、地中熱ヒートポンプと地中熱交換器、その間で水を送る配管、室内側放熱器等からなるシステムをいう。

#### 3.3 熱源水温度

採放熱する地中熱交換器から地中熱ヒートポンプに戻る熱源水（不凍液を含む。以下同じ。）の温度をいう。本ガイドラインに基づく実測及び計算においては、熱源水入口温度をいう。

#### 3.4 熱源水入口温度

地中熱交換器から地中熱ヒートポンプ熱源機に戻る熱源水の地中熱ヒートポンプ熱源機入口近傍の温度をいう。

#### 3.5 熱源水出口温度

地中熱ヒートポンプ熱源機から地中熱交換器へ向かう熱源水の地中熱ヒートポンプ熱源機出口近傍の温度をいう。

#### 3.6 地中熱交換器入口温度

地中熱ヒートポンプ熱源機から地中熱交換器へ向かう熱源水のヘッダー入口近傍の温度をいう。

#### 3.7 地中熱交換器出口温度

地中熱交換器から地中熱ヒートポンプ熱源機に戻る熱源水のヘッダー出口近傍の温度をいう。

#### 3.8 循環流量

地中熱交換器を通過して地中熱ヒートポンプに戻る熱源水の流量をいう。単位は[L/min]等。

#### 3.9 採放熱量

熱源水の循環流量に往還温度差と容積比熱を乗じた地盤に放熱又は吸熱する熱量をいう。単位は[kW]等。

#### 3.10 地中熱交換器熱媒温度

地中熱交換器を通過する熱媒の温度をいう。実際には熱交換器内部の熱媒温度に分布が存在することから、代表する中間地点などにおける熱媒の温度をいう。

#### 3.11 シミュレーションモデル

評価対象となる地中熱交換器まわりの伝熱モデルをいう。

### 4. 記号及び単位

本ガイドライン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	数式記号
$L$	地中熱交換器長	m	—
$L'$	地中熱交換器の相当熱交換器長	m	—
$d$	地中熱交換器断面の直径に係る寸法	m	—
$l$	相当熱交換器長換算係数(地中熱交換器の相当熱交換器長と実長の比)	—	—
$l'$	相当熱交換器長換算係数比。評価対象となる地中熱交換器とダブルUチューブの相当熱交換器長換算係数の比。	—	(2)
$q'_{base}$	有効熱伝導率 $\lambda = 2.0 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ の地盤に設置したダブルUチューブ型地中熱交換器における単位採放熱係数	W/(m $\cdot$ K)	—
$q'_p$	評価対象となる地中熱交換器の単位採放熱係数	W/(m $\cdot$ K)	(1)
$q_p$	地中熱交換器の単位長さ当たりの放熱量	W/m	—
$T_{pm}$	4380時間経過後の地中熱交換器熱媒温度	°C	—
$T_{s0}$	初期地中温度	°C	—
$\lambda$	地盤の有効熱伝導率	W/(m $\cdot$ K)	—

## 5. 地中熱ヒートポンプシステムの相当熱交換器長換算係数の算出

地中熱HP熱源水温度計算方法では、相当熱交換器長換算係数を熱交換器の種類に応じて求めている。

### 地中熱HP熱源水温度計算方法 7. 熱源機種（熱交換器タイプ）の判断方法（抜粋）

(1) 相当熱交換器長 $L'$ [m]の算出	
$\lambda=2.0\text{W/(mK)}$ の場合のダブルUチューブに相当する熱交換器長 $L'$ を式(1)により算出する。	
$L' = L / l$	(1)
地中熱交換器長 $L$ と相当熱交換器長 $L'$ の比(相当熱交換器長換算係数) $l$ は、熱交換器の種類、直径に係る寸法 $d$ 、地盤の有効熱伝導率 $\lambda$ に応じて次式(2a)~(2f)で求める。	
・ ダブルUチューブ :	$l = 1.3957\lambda^{-0.481}$ (2a)
・ シングルUチューブ :	$l = 1.3957A\lambda^{-0.481}$ (2b)
・ 水平埋設型 :	$l = 1.0023AB\lambda^{-0.439}$ (2c)
・ 大口径固体充填 :	$\begin{cases} l = (-0.5953d + 1.2344)\lambda^{0.0475d - 0.2383} & (d < 0.6\text{m}) \\ l = (-0.2606d + 1.0246)\lambda^{0.0613d - 0.2943} & (d \geq 0.6\text{m}) \end{cases}$ (2d)
・ 間接型水充填 :	$l = (-0.881d + 1.6275)\lambda^{0.055d - 0.6618}$ (2e)
・ 直接循環型水充填 :	$l = (-1.0518d + 1.9231)\lambda^{0.2325d - 0.6564}$ (2f)
ここで、	
$A$ : シングルUチューブの熱交換器長をダブルUチューブ相当に変換する係数 ( $A=1.2$ )	
$B$ : 水平埋設型の熱交換器長をシングルUチューブ相当に変換する係数 ( $B=1.3$ )	
$d$ : 地中熱交換器断面の直径に係る寸法[m]	
である。	

付属書B-2 「大口径固体充填」「間接型水充填」「直接循環型水充填」の熱交換器長を「ダブルUチューブ」に換算する式の検討

本付属書では、付属書B作成時には検討が終わっていなかった「大口径固体充填」「間接型水充填」「直接循環型水充填」に関して、本文中に示した式(2d)～(2f)を導出した際の検討内容について示すものである。

それぞれの地中熱交換器長 $L$ からダブルUチューブに相当する熱交換器長 $L'$ を求めるための相当熱交換器長換算係数 $l$ については、地中熱交換器の性能を表す指標である単位採放熱係数(長さ・温度差あたりの採熱量)の比を用いて以下の式により計算を行う。

$$l = q' / q'_{base} \quad (1)$$

ここで、 $q'$ は任意に選択した地中熱交換器、有効熱伝導率における単位採放熱係数[W/(m・K)](長さ・温度差あたりの採熱量)で $q'_{base}$ は基準となるダブルUチューブの地中熱交換器、有効熱伝導率(=2.0 W/(m・K))における単位採放熱係数[W/(m・K)]となる。単位採放熱係数 $q'$ は長さあたりの採熱量から初期の地中温度と地中熱交換器内部熱媒の温度の温度差を除すことによって得られる<sup>1)</sup>。

$$q' = q / (T_{pm} - T_{s0}) = q / \Delta T_{pm} \quad (2)$$

## 6. 本ガイドラインに基づく相当熱交換器長換算係数の算出

本ガイドラインは、シミュレーションソフトにシミュレーションモデルを設定して計算した結果を用いて、相当熱交換器長換算係数 $l$ を導出する方法を定めるものである。

本ガイドラインで導出する相当熱交換器長換算係数 $l$ は、地中熱交換器の特定の仕様に対して決定されるものとし、地盤の有効熱伝導率 $\lambda$ や地中熱交換器断面の直径に係る寸法 $d$ のほかに、対象となる地中熱交換器の特徴を表すパラメータを変数とする関数とすることができる。本ガイドラインに基づく評定では、評価対象となる地中熱交換器の仕様の範囲(構成、設置方法等)と、その地中熱交換器に適用できる相当熱交換器長換算係数 $l$ の妥当性について確認する。

### 6. 1 対象とする地中熱交換器の適用範囲の明確化

本ガイドラインに基づき作成する相当熱交換器長換算係数 $l$ の計算式の適用対象となる地中熱交換器については、対象となる地中熱交換器の構成、設置方法等の仕様に関して、当該性能を担保するために必要となる以下に掲げる事項を明示するものとする。

- ・地中熱交換器の構成(配管、杭、充填材、熱媒等の地中熱交換器を構成する部材の断面や長さ方向の構成)及び構成する部材の材質、特定の部材を使用する場合の製造元、型番等
- ・地中熱交換器の設置方法(地中熱交換器の埋設位置、長さ、複数設置する場合の間隔等の範囲)
- ・その他適用範囲として明示すべき事項

### 6. 2 地中熱交換器のシミュレーションモデルの設定及び検証

地中熱交換器のシミュレーションモデルの設定及び検証は、以下の1)～4)の手順による。

- 1) 地中熱交換器のシミュレーションモデルの設定

評定対象となる地中熱交換器のシミュレーションモデルの設定にあたっては、地中熱交換器を構成する部材及び地盤の熱伝導率等の熱物性値や地中熱交換器に関わる寸法等（必要に応じて対象となる範囲を離散的に設定する。）を明示するとともに、以下の①～③を満たしていることを確認する。

- ① 評定対象となる地中熱交換器及びその周囲の一定範囲の地盤が、その設置方向及び断面方向について、伝熱理論に則した解析式又は離散式からなる数値モデルとして表せること。
- ② 上記①の数値モデルが、伝熱理論上合理的な考え方に基づくものであること。
- ③ 設定したシミュレーションモデルを計算できるシミュレーションソフトがあること（シミュレーションソフトは市販、自作は問わない。以下の3）、4）で妥当性を確認する）。

## 2) シミュレーションソフトの確認

検討に使用するシミュレーションソフトが、以下の①～⑤を満たしていることを確認する。

- ① 1) で設定したシミュレーションモデルに対応していること。
- ② 地盤の有効熱伝導率や地中熱交換器長などの計算条件の設定・変更が可能であること。
- ③ 実測で求めた採放熱量の経時データを設定して、熱源水入口温度と熱源水出口温度（あるいは地中熱交換器出口温度と地中熱交換器入口温度。なお、この4点の温度のうち、実測及び計算に用いる出入口温度差や地中熱交換器熱媒温度を求めるために必要となる2点の出入口の温度の組合せを総称して以下、「熱源水出入口温度等」という。）や地中温度等の計算ができること。
- ④ 年間の計算に対応していること。
- ⑤ 図1に従ったアルゴリズム（計算手順）により構築されていること。

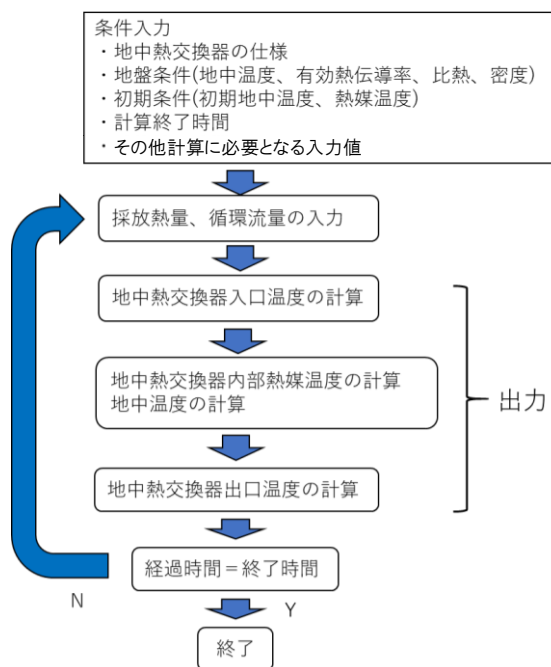


図1 計算手順

### 3) 地中熱ヒートポンプシステムの実測

評価対象となる地中熱交換器を含む地中熱ヒートポンプシステムを採用した建物（建物の空調負荷を実験用に再現するために設置した仮設の建屋等を含む。）において実測する。実測期間は、季節間の温度の推移を確認するために1年以上とする。ただし、空調期間外の計測停止や短期間の欠測等による計測データの欠損は許容される。

上記の経時的な測定は、図2に示す測定点①～⑤のうち、測定点②（熱源水入口温度、測定点①（地中熱交換器出口温度）で代用することも可）、測定点③（熱源水出口温度、測定点④（地中熱交換器入口温度）で代用することも可）及び測定点⑤（循環流量）を対象とする。なお、経時的な測定は、測定間隔を1時間以下とし、1時間間隔値の出力を必須とする。

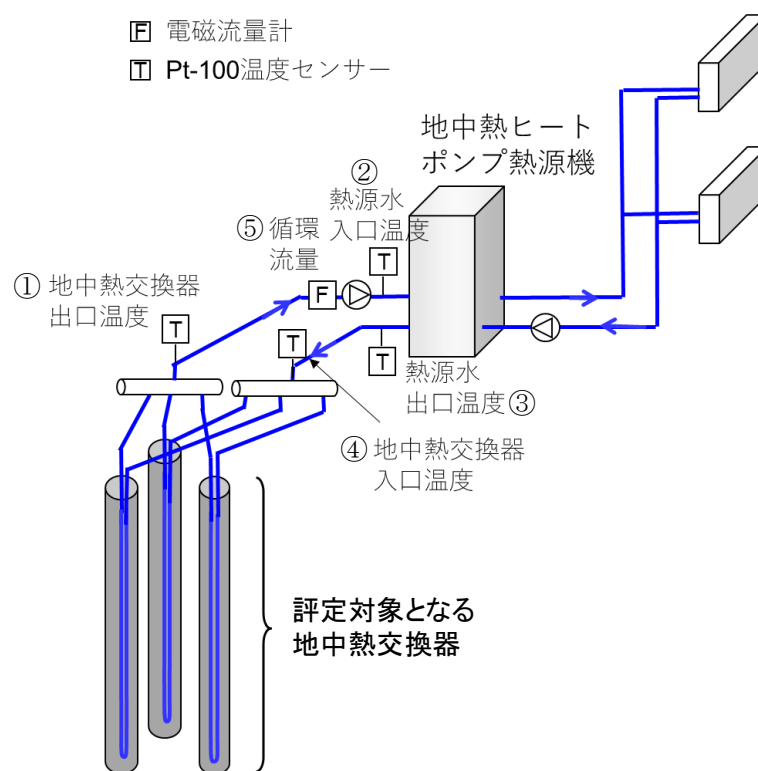


図2 本ガイドラインでの評価に必要な測定点

上記の①～⑤以外に、シミュレーションソフトを使って年間の熱源水出入口温度等の推移を計算するために必要となる以下のデータを併せて整理し、根拠、出典等を示すこと。

- ・ 実測又は公開データ等から取得した外気温等の気象データ
- ・ 評価対象となる地中熱交換器が設置された地盤の有効熱伝導率（地中熱HP熱源水温度計算方法 付属書Aに記載されているサーマルレスポンス試験により求めた値）
- ・ 地盤の容積比熱（あるいは比重と比熱）をシミュレーションソフトに入力して計算する場合はその値（地盤の容積比熱が不明な場合は、規定値として $3,000 \text{ kJ}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$ を用いる）
- ・ 一次側熱媒が不凍液の場合は、不凍液の容積比熱（あるいは比重と比熱）
- ・ その他計算に必要なデータ

なお、実測に用いた計測機器、センサー等の精度やセンサーの設置方法について、妥当性を示す

こととする。

以上で整理した循環流量、容積比熱（あるいは比重と比熱）、熱源水出入口温度等から採放熱量を計算する（図3）。

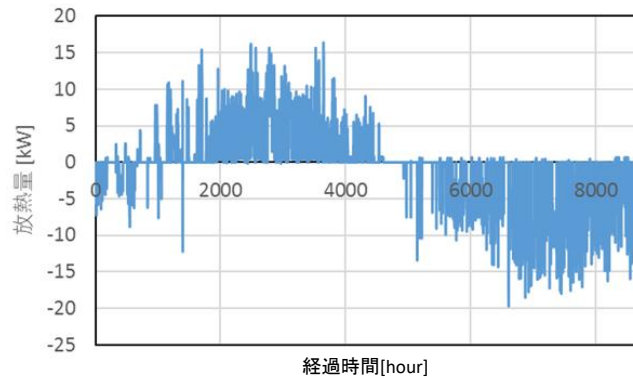


図3 時刻ごとの採熱量の例

#### 4) シミュレーションモデルの検証

設定したシミュレーションモデルの妥当性を、実測値を基に確認する。

シミュレーションモデルの検証は、熱源水出入口温度等の実測値（あるいは熱源水出入口温度等の平均等として計算した地中熱交換器熱媒温度）と、実測で整理した採放熱量（図3）等をシミュレーションモデルに設定して求めた計算値（実測値に対応した箇所の計算値）を比較することによる。

図4は計算値と実測値の比較例である。いずれも、空調稼働時（採放熱量が発生した時刻）における日平均値で示している。地中熱HP熱源水温度計算方法と同等の精度を担保するために、計算値と実測値（異常値は除外）の空調稼働時の日平均値が $\pm 5^{\circ}\text{C}$ の範囲であること（図4右）を原則として、設定したシミュレーションモデルが妥当であると判断する。

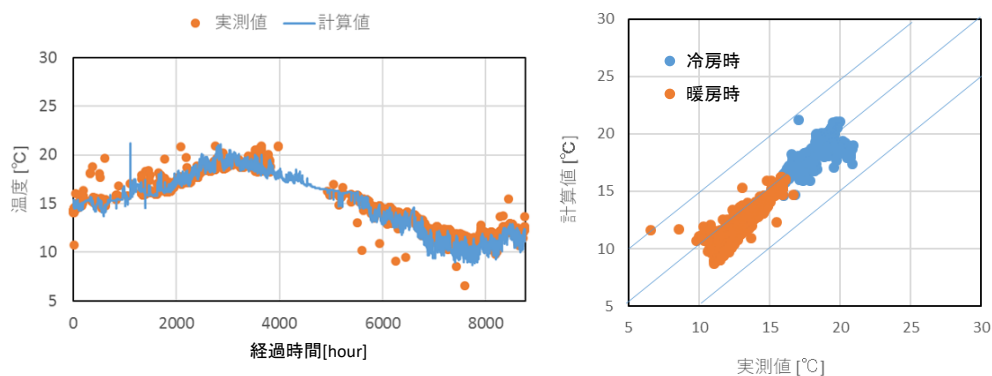


図4 ヒートポンプ熱源水温度の計算値と実測値との比較の例

### 6. 3 相当熱交換器長換算係数の算出

以下の1)～4)の手順に従って、相当熱交換器長換算係数 $l$ を算出する。なお、以下の算出の流れは、相当熱交換器長換算係数 $l$ が有効熱伝導率 $\lambda$ のみを変数とする場合について示したものであるが、その他の



地中熱交換器の特徴を表すパラメータを相当熱交換器長換算係数 $l$ の変数とする場合においても同様の考え方で検討する。

1) シミュレーションモデルを設定したシミュレーションソフトに以下の①～⑦の条件を与え、地中熱交換器熱媒温度を半年間（4380時間）計算する。地中熱交換器熱媒温度は、地中熱交換器中の温度分布を計算している場合は、その分布を考慮して計算することを基本とするが、簡易的に熱源水出入口温度等を平均して求めることも可能とする。

① 日運転時間：4ケースの運転パターンを設定する。24時間連続、1日12時間、1日6時間、1日3時間の放熱（あるいは採熱）パターン（図5）とする。

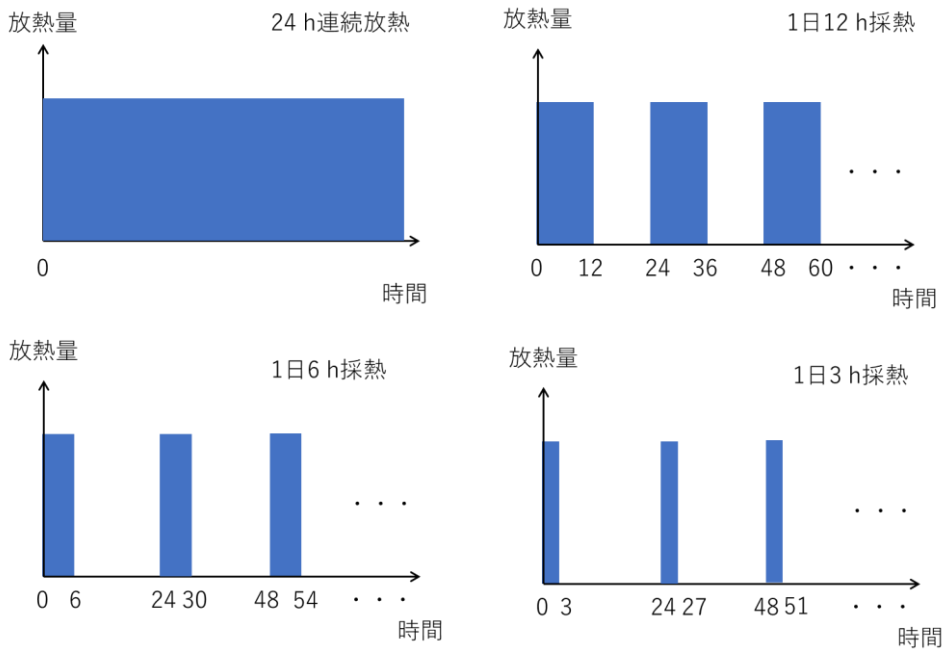


図5 運転時間の異なる放熱量(採熱量)

- ② 地盤の有効熱伝導率：4ケースの $\lambda$ を設定する。 $\lambda=1.2、1.6、2.0、2.4 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ とする。
- ③ 地盤の容積比熱： $3,000 \text{ kJ/(m}^3\cdot\text{K)}$ とする。
- ④ 地中熱交換器長：評定対象の地中熱交換器の標準的な長さを基に、 $30\sim 100 \text{ m}$ 程度で設定する。
- ⑤ 放熱量： $50 \text{ W/m}$ とする。
- ⑥ 循環流量：評定対象の地中熱交換器の標準的な流量を基に $10\sim 20 \text{ L/min}$ 程度で設定する。
- ⑦ 地盤の有効熱伝導率 $\lambda$ 以外のパラメータ：地盤の有効熱伝導率 $\lambda$ 以外の評定対象となる地中熱交換器の特徴を表すパラメータ（地中熱交換器断面の直径に係る寸法 $d$ 等）を設定する場合には、適用範囲を考慮して離散的に設定する。

2) 1) で得られた地中熱交換器熱媒温度と、条件として与えた放熱量（ $50 \text{ W/m}$ ）及び温度の推移（図6）を基に式(1)から単位採放熱係数 $q'_p$ を求め、図5で設定した日運転時間と地盤の有効熱伝導率、その他の地中熱交換器の特徴を表すパラメータに対する単位採放熱係数 $q'_p$ を図7のように整理する。



$$q'_p = q_p / (T_{pm} - T_{s0}) = q_p / \Delta T_{pm} \quad (1)$$

$q'_p$  : 単位採放熱係数[W/(m・K)]

$q_p$  : 地中熱交換器の単位長さ当たりの放熱量 (50[W/m])

$T_{pm}$  : 4380時間経過後の地中熱交換器熱媒温度[°C]

$T_{s0}$  : 初期地中温度[°C]

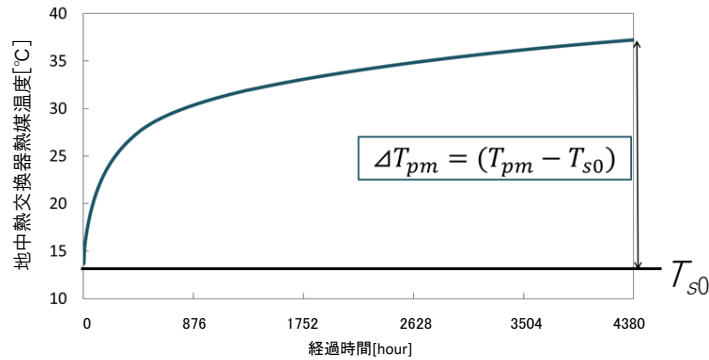


図6 地中熱交換器内部熱媒温度 $T_{pm}$ の計算例

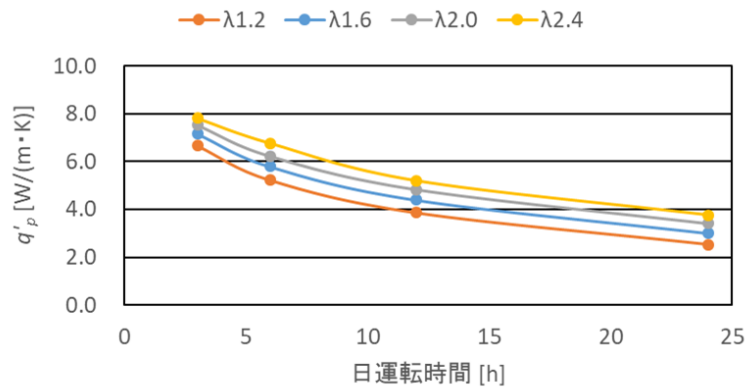


図7 日運転時間と地盤の有効熱伝導率 $\lambda$ に応じた単位採放熱係数の作成例

3) 2) で得られた単位採放熱係数と、基準となる有効熱伝導率 $\lambda=2.0 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ の地盤に設置されたダブルUチューブ型地中熱交換器の単位採放熱係数 (図8) を用いて式(2)より相当熱交換器長換算係数比 $l'$ を求める。日運転時間と地盤の有効熱伝導率、その他の地中熱交換器の特徴を表すパラメータに対する相当熱交換器長換算係数比 $l'$ を図9のように整理する。

$$l' = q'_p / q'_{base} \quad (2)$$

$l'$  : 相当熱交換器長換算係数比

$q'_p$  : 評定の対象となる地中熱交換器の単位採放熱係数 (図7)

$q'_{base}$  : 基準となるダブルUチューブ型地中熱交換器、有効熱伝導率 $\lambda=2.0 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ の単位採放熱係数 (図8)

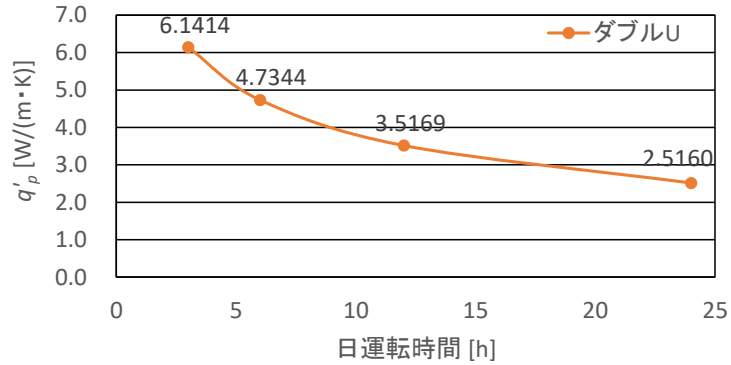


図8  $\lambda=2.0$  W/(m·K)の地盤に設置したダブルUチューブ型地中熱交換器の単位採放熱係数

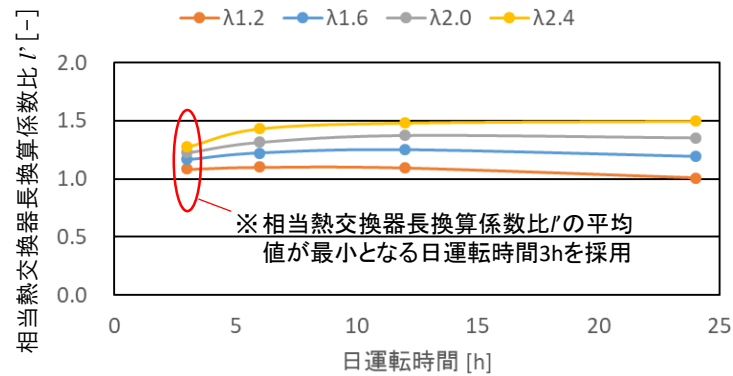


図9 日運転時間と地盤の有効熱伝導率 $\lambda$ に応じた相当熱交換器長換算係数 $I'$ の例

4) 図9より日運転時間ごとの相当熱交換器換算係数 $I'$ の平均値を求め、その値が最小となる日運転時間 (図9の例では3時間) において、地盤の有効熱伝導率やその他の地中熱交換器の特徴を表すパラメータに対する相当熱交換器長換算係数 $I'$ のグラフ (図10) を作成し、近似式 (あるいは数表) を作成する。

相当熱交換器長換算係数 $I'$ を、ダブルUチューブの相当熱交換器長換算係数の式 (地中熱HP熱源水温度計算方法 7. 熱源機種における熱交換器タイプの判断方法 式(2a)) (あるいはそれぞれの $\lambda$ に対する数値) に乗じ、評価対象となる地中熱交換器に適用する相当熱交換器長換算係数 $I'$ の式を導出する。

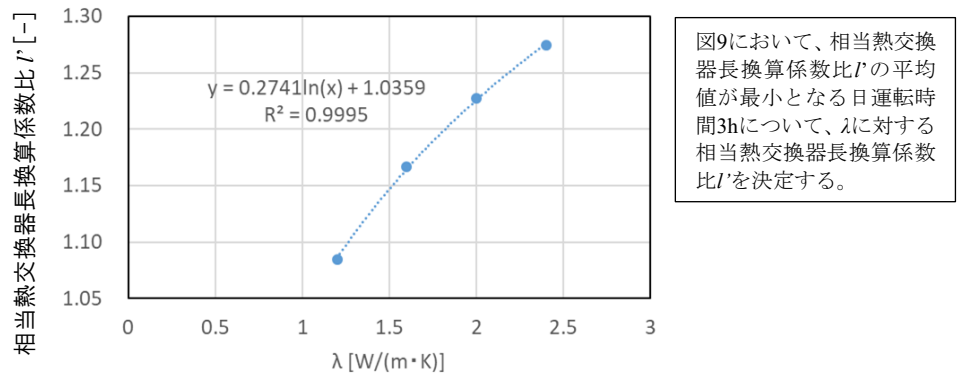


図10 地盤の有効熱伝導率 $\lambda$ に対する相当熱交換器長換算係数 $I'$ の例

#### 6. 4 作成した相当熱交換器長換算係数の検証

前節で算出した相当熱交換器長換算係数 $l$ を用い、シミュレーションモデルを設定したシミュレーションソフトに地中熱HP熱源水温度計算方法付属書C(1)~(4)で使用した建物とその負荷、気象条件を与えて算出された熱源水温度（以下、「演算値」という。）と、同一の条件を適用して地中熱HP熱源水温度計算方法に基づき計算された熱源水温度（以下、「計算値」という。）を比較検証し、空調稼働時の日平均値が $\pm 5^{\circ}\text{C}$ の範囲にあることを原則として、前節で算出した相当熱交換器長換算係数が適切に求められたと判断する。なお、比較検証方法の詳細は、地中熱HP熱源水温度計算方法 付属書C-2を併せて参照されたい。

上記の一例として設定した空調負荷を図11に示す。この空調負荷を用いた計算値と演算値の比較を図12に示す。同図に示す熱源水温度は共に空調稼働時の日平均値である。

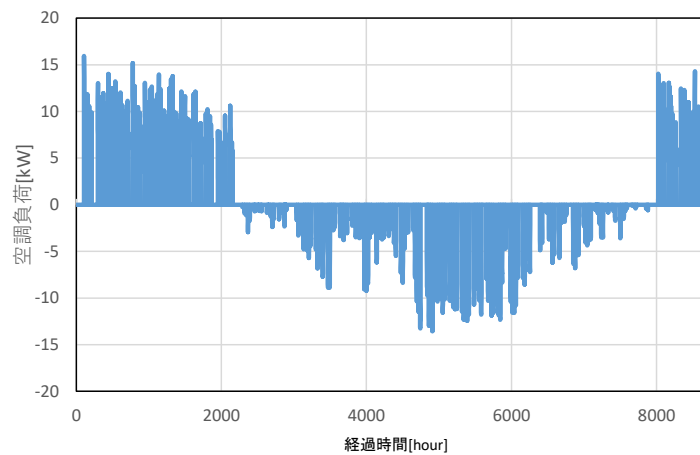


図11 比較検証に用いる空調負荷の例（事務所等事務室（床面積100m<sup>2</sup>）の空調負荷）

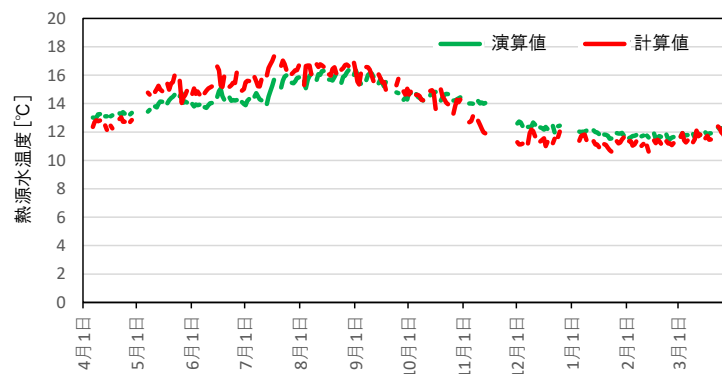


図12 地中熱HP熱源水温度計算方法に基づく熱源水温度の計算値とシミュレーションによる熱源水温度の演算値の比較の例

#### 7. 評定員による評定

評定員は、評定対象となる地中熱交換器の相当熱交換器長換算係数について、6. で定める計算等の内容について、特に以下の点について妥当性を確認する。

- 1) 地中熱交換器の適用範囲として、以下の項目が適切に示されていること
  - ①地中熱交換器の構成（配管、杭、充填材、熱媒等の断面や長さ方向の構成）と構成する部材の材質、特定の部材を使用する場合の製造元、型番等
  - ②地中熱交換器の設置方法（地中熱交換器の埋設位置、長さ、複数設置する場合の間隔等の範囲）
  - ③ほかに対象となる地中熱交換器を特徴づける事項
- 2) 地中熱交換器のシミュレーションモデルの設定及び検証
  - ①対象とする地中熱交換器の範囲が、設定したシミュレーションモデルで検討可能であること
  - ②シミュレーションモデルの設定が伝熱理論上合理的な考え方に基づいていること
  - ③使用するシミュレーションソフトでシミュレーションモデルを適切に設定できること
  - ④シミュレーションソフトの計算アルゴリズムが妥当であること
  - ⑤シミュレーションモデルの検証に用いる実測方法が妥当であること
  - ⑥計測した期間、計測項目が妥当であること
  - ⑦実測に用いた計測機器、センサー等の精度、センサーの設置方法が適切であること
  - ⑧検証に必要な採放熱量等が適切に計算、整理されていること
  - ⑨実測値とシミュレーションソフトを用いた計算値が適切な誤差の範囲であること
- 3) 相当熱交換器長換算係数の算出
  - ①シミュレーションの設定及び計算が妥当であること
  - ②それぞれの計算結果から、単位採放熱係数、相当熱交換器長換算係数比、相当熱交換器長換算係数が適切に導出されていること
- 4) 相当熱交換器長換算係数の検証
  - ①導出した相当熱交換器長換算係数の式を使用し、地中熱HP熱源水温度計算方法に基づいて熱源水温度が適切に算出されていること
  - ②シミュレーションモデルを設定したシミュレーションソフトで、熱源水温度が適切に算出されていること
  - ③両方の値が適切な誤差の範囲であること
- 5) その他、以下に掲げる事項について整理されていること
  - ①軽微な変更の考え方
  - ②完了検査で確認すべき項目

## 7.1 評定に要する資料

任意評定のために必要な提出資料は、以下のとおりとする。

- 1) 評価対象とする地中熱交換器の範囲
  - ① 対象とする地中熱交換器の構成及び構成する部材に関する資料（構成を示す図面、熱物性値等を示す試験成績書等、部材の概要を示すカタログ等）
  - ② 対象とする地中熱交換器の設置方法（設置方法を確認するための図面等）
  - ③ ほかに評価対象の範囲を規定する資料
- 2) 地中熱交換器のシミュレーションモデルの設定及び検証に用いる資料

- ① 評価対象を検討するためのシミュレーションモデルの設定
- ② 伝熱理論上の解説、既往文献等、シミュレーションモデルの設定が適切であることを示す資料
- ③ 使用したシミュレーションソフトの概要
- ④ 実測した地中熱ヒートポンプシステムの系統図及び実測概要（実測した場所・期間、地中熱ヒートポンプシステム（特に地中熱交換器）の施工、設置状況を確認できる写真等）
- ⑤ 実測に用いた計測機器、センサー等の精度、センサーの設置方法
- ⑥ 実測により得られた採放熱量、循環流量等の経時データ（グラフ等）
- ⑦ 実測と比較する際にシミュレーションソフトに与える計算条件
- ⑧ シミュレーションモデルを設定したシミュレーションソフトに実験条件（⑥）を与え算出した熱源水温度の計算結果
- ⑨ 熱源水出入口温度等の実測値（あるいは熱源水出入口温度等の平均値等として計算した地中熱交換器熱媒温度）と、シミュレーションモデルから算出された計算値（実測値に対応した箇所の計算値）を比較したグラフ等

### 3) 相当熱交換器長換算係数の算出に用いる資料

- ① 日運転時間と地盤の有効熱伝導率 $\lambda$ 及びその他の地中熱交換器の特徴を表すパラメータに応じた単位採放熱係数の計算結果の値及びグラフ
- ② 日運転時間と地盤の有効熱伝導率 $\lambda$ 及びその他の地中熱交換器の特徴を表すパラメータに応じた相当熱交換器長換算係数比 $I'$ の計算結果の値及びグラフ
- ③ 地盤の有効熱伝導率 $\lambda$ 及びその他の地中熱交換器の特徴を表すパラメータに対する相当熱交換器長換算係数比 $I'$ の値及びグラフ
- ④ 導出した相当熱交換器長換算係数 $I$ の式及び式の導出の過程

### 4) 相当熱交換器長換算係数の検証に用いる資料

- ① シミュレーションモデルに地中熱HP熱源水温度計算方法 附属書C (1) ~ (4) で使用した建物とその負荷、気象条件を与えて算出された熱源水温度の計算結果
- ② ①と同じ条件下で地中熱HP熱源水温度計算方法に基づいて計算した熱源水温度の結果
- ③ ①、②を比較したグラフ等の結果

## 8. 評定書に記載する性能等の必要事項

評定書には、任意評定実施要領に定める事項と併せ、以下の性能等の必要事項を明示する。

- ・ 地中熱熱交換器の仕様と適用範囲
- ・ 相当熱交換器長換算係数 $I$ の計算式と、その計算式に適用可能なパラメータの範囲（上限値、下限値）
- ・ 地盤の有効熱伝導率 $\lambda$ の決定方法
- ・ 設計・施工等の体制
- ・ 軽微な変更として扱うことができる条件

以 上