

省エネ基準における 地中熱ヒートポンプシステムの 省エネ評価の確立

(問い合わせ)

環境研究グループ
主任研究員 西澤 繁毅
Tel 029-864-6674
E-mail nisizawa@kenken.go.jp

1

概要

建築研究所では、これまで地中熱ヒートポンプシステム^{*1}の省エネルギー性能を評価する計算方法の構築に取り組んできた。

省エネ法に基づくエネルギー消費量計算法では、非住宅建築物については2016年から地中熱ヒートポンプシステムの評価が可能となっていたが、本年10月より住宅についても評価できるようになった^{*2}。

地中熱ヒートポンプは、自然エネルギー利用技術の一つとして、ZEB・ZEH(ネット・ゼロ・エネルギー・ビル／ハウス)やLCCM(ライフサイクルカーボンマイナス住宅、建設から廃棄までのライフサイクルのCO₂収支をマイナスにする住宅)等の普及に向けて着目されており、ZEB・ZEHやLCCM等の評価にも用いられている省エネ基準の評価法が確立されることで、地中熱ヒートポンプの導入促進への貢献が期待できる。

*1 ヒートポンプの熱源として空気熱の代わりに地中熱を利用する方法。温度が安定した地盤を熱源として効率よく利用することで、節電効果が期待できる。

*2 現在は温水暖房について評価可能。今後の検討を経て対象を拡げることを予定。

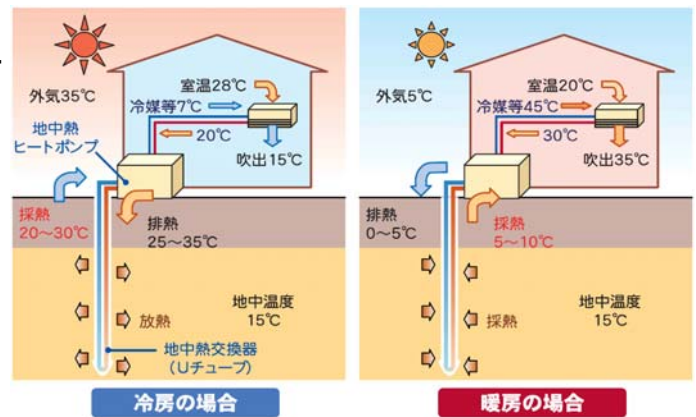
2

地中熱HPの省エネ性能評価法開発の経緯

- ・ 自然エネルギー利用技術の一つとして着目されてきたが、省エネ性能の合理的な評価が難しかった。

→ZEB、ZEH^{*3}、LCCM^{*4}等の推進に向けて、省エネ性能の評価法が必要とされていた。

- ・ 建築研究所では、省エネルギー基準の一次エネルギー消費量計算法を開発するにあたり、地中熱ヒートポンプシステムの簡便で合理的なエネルギー消費量計算法について検討を行い、その評価法を構築してきた。

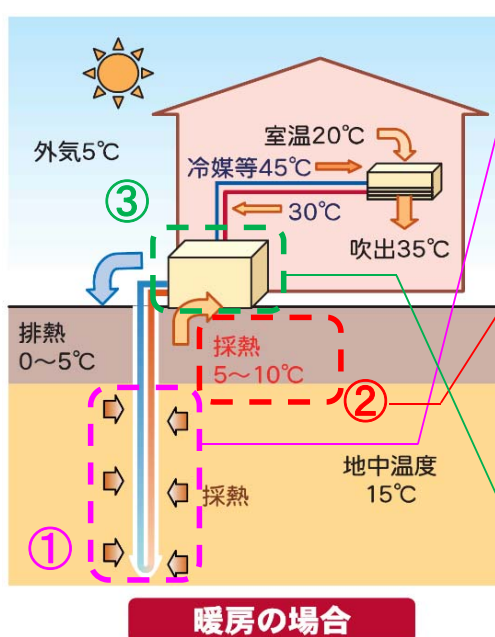


地中熱ヒートポンプシステムの利用イメージ
出典：環境省 地中熱利用システムパンフレット

*3 ネット・ゼロ・エネルギー・ビル／ハウス

*4 ライフサイクルカーボンマイナス住宅

地中熱HPのエネルギー消費量計算法の構成



環境省 地中熱利用システムパンフレット
図上に追記

- ① 地中熱交換器の熱交換能力のモデル化
地中熱交換器の種類や長さ等の特性、地盤の熱伝導特性、地中熱HPの特性等から、熱交換能力をタイプ1～5の5段階でモデル化する。
- ② 熱交換能力に応じた熱源水温度の簡易予測モデル
外気温、地中熱交換器の熱交換能力、暖冷房負荷のバランスから簡易に予測するモデルを使用して、熱源水温度を計算する。
- ③ 地中熱HPの特性モデルによる計算
地中熱HPの特性に応じて、空調負荷、熱源水温度からエネルギー消費量を計算する。

① 地中熱交換器の熱交換能力のモデル化

単計算方法における地中熱交換器の分類		シングルチューブ	ダブルチューブ	大口径固体充填		
充填材		珪砂、豆砂利、コンクリート等(固体)				
単一熱交換器中のバース数	1バース	2バース以上				
ポアホール孔径	200mm以下	200mm超				

地中熱交換器の断面		シングルチューブ	ダブルチューブ	スライラチューブ	U字状チューブ	蛇形コンクリート管(固体充填)
名称		ポアホール	ポアホール	ポアホール	ポアホール	蛇
方式		ポアホール	ポアホール	ポアホール	ポアホール	蛇
水平断面図 (例)						
構造断面図 (例)						
材質		高密度ポリエチレン(シチューブ)	高密度ポリエチレン(シチューブ)	高密度ポリエチレン	架橋ポリエチレン管	蛇、コンクリート
孔径・径種 (例)		孔径100~200mm	孔径110~200mm	孔径約300mm以上	孔径約300mm以上	内管、高密度ポリエチレンシチューブ、孔径約300mm以上
充填		珪砂、豆砂利、コンクリート	珪砂、豆砂利、コンクリート	珪砂、豆砂利	珪砂、豆砂利、コンクリート	珪砂
熱媒		水・水凍結	水・水凍結	水・水凍結	水・水凍結	水・水凍結

地中熱交換器の種類
(クローズドループ、抜粋)

- ・ 地中熱交換器の種類
 - ・ 地中熱交換器の長さ等の特性
 - ・ 地盤の熱伝導特性
 - ・ 地中熱HPの特性
- 等

地中熱交換器タイプ確認シート(Ver.2.0) 作成日: 2017/0/00 入力者: 〇〇株式会社 〇〇〇〇

建設地の地域区分: 〇〇事務所 1階事務室空調

項目	入力選択			入力選択に当たっての留意事項
	01 地域区分	3地域		
02 地中熱交換器の種類	構成1	構成2	構成3	※複数の異なる熱交換器で構成されている地中熱交換器については、構成単位に「種類」「方法」「有効熱伝導率」を記入する。
03 地盤の有効熱伝導率	λ [W/(m・K)]	0.7	1.2	1) サーマルレスポンス試験による計測結果が方法
04 地中熱交換器長さ	L [m]	75	100	50

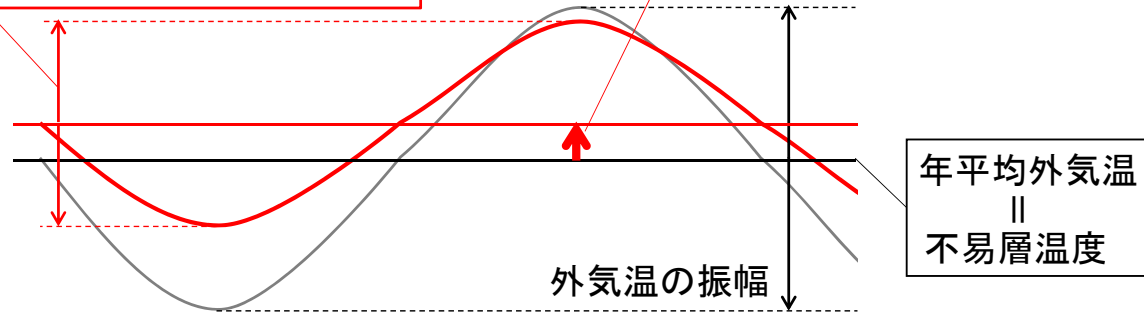
地中熱交換器タイプ確認シート

- ・ 地中熱交換器の熱交換能力を5段階でタイプ分け
- | | | | | |
|------|---|---|---|------|
| タイプ1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| ←能力高 | | | | 能力低→ |

② 熱交換能力に応じた熱源水温度簡易予測モデル

熱源水温度の年間の振幅
= 外気温の振幅のk倍
→ 地中熱交換器の熱交換能力に応じてかわる

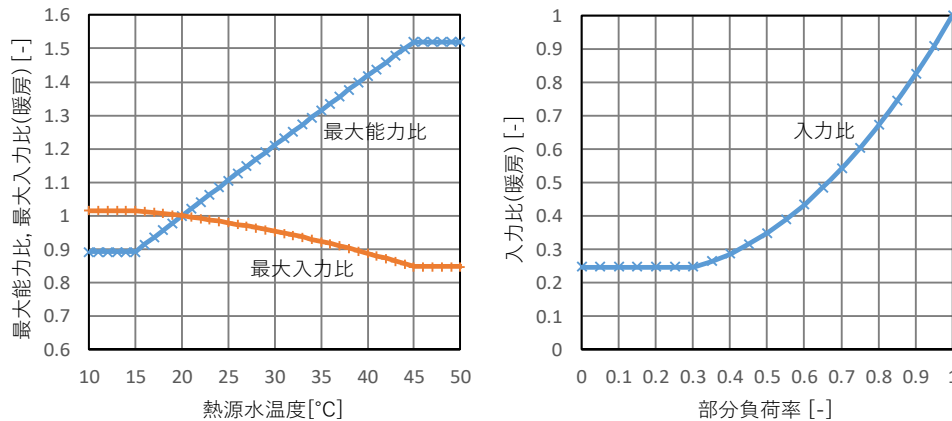
年平均気温からのシフト幅
→ 採熱量と放熱量のバランスによって決まる



簡易予測モデルの基本的な考え方

- ・ 数値計算によるパラメトリックスタディーからパラメータを同定して熱源水温度簡易予測モデルを作成
- 外気温、地中熱交換器の熱交換能力、暖冷房負荷のバランスから簡易に予測するモデルを使用して、熱源水温度を計算する。

③ 地中熱HPの特性モデルによる計算



非住宅建築物の一次エネルギー消費量計算法で使用される
パッケージエアコンディショナ(水冷式地中熱)の暖房時の熱源特性

- ・ [非住宅] 熱源水温度に対する入力比、能力比、部分負荷率に対する入力比等の特性を整備して使用(上図)
- ・ [住宅] 実験室および実地の試験に基づく、より精緻なモデルを構築して使用
→ 地中熱HPの特性に応じて、空調負荷、熱源水温度からエネルギー消費量を算出する。

7

非住宅建築物の一次エネルギー消費量計算プログラム



- ウォータチリングユニット(水冷式地中熱タイプ1)
- ウォータチリングユニット(水冷式地中熱タイプ2)
- ウォータチリングユニット(水冷式地中熱タイプ3)
- ウォータチリングユニット(水冷式地中熱タイプ4)
- ウォータチリングユニット(水冷式地中熱タイプ5)

地中熱HP(室内側を水で熱搬送する機種)

- パッケージエアコンディショナ(水冷式地中熱タイプ1)
- パッケージエアコンディショナ(水冷式地中熱タイプ2)
- パッケージエアコンディショナ(水冷式地中熱タイプ3)
- パッケージエアコンディショナ(水冷式地中熱タイプ4)
- パッケージエアコンディショナ(水冷式地中熱タイプ5)

地中熱HP(室内側を空気で熱搬送する機種)

モデル建物法計算プログラム

※地中熱HPについては2016年より運用
<https://model.app.lowenergy.jp>

8

住宅の一次エネルギー消費量計算プログラム



エネルギー消費量計算プログラム(住宅版)

地中熱ヒートポンプ温水暖房機

地中熱HP(室内側を水で熱搬送する機種)の暖房用途

熱交換器タイプ ?

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

地中熱交換器のタイプ選択

※ 地中熱HPについては2019年10月より運用が開始された(ただし、室内側に温水を供給する温水暖房としてのみ評価可能)。
→ 室内側を空気で熱搬送する機種、冷房使用については、今後の検討を経て評価対象となる見込み。

<https://house.app.lowenergy.jp>

9

今後の展開について

- ・ 現在評価できていない用途、方式については、今後の検討を経て計算法を作成し、非住宅建築物、住宅のエネルギー消費量計算プログラムに実装する予定である。

参考情報

- ・ 建築物のエネルギー消費性能に関する技術情報,
<http://www.kenken.go.jp/becc/index.html>
- ・ 地中熱ヒートポンプの評価方法(タイプの判別方法),
http://www.kenken.go.jp/becc/documents/building/Definitions/GroundSourceHP_20171010.zip
- ・ [住宅]エネルギー消費性能の算定方法 第四章第七節 温水暖房,
http://www.kenken.go.jp/becc/documents/house/4-7_191001_v12_PVer0207.pdf