地中熱ポテンシャルの試算条件（地中熱交換器長さ30m）

* 地中熱ポテンシャルマップは、長さ100mおよび30mの地中熱交換器本数で表示した。
* 地中熱交換器をモデルとした地中熱交換量シミュレーションを実施し、標準住戸（「建物エネルギー消費性能基準」（平成28年度経済産業省・国土交通省令第1号））の空調負荷に基づいた地中熱交換量を求めた。地中熱交換器の必要本数は、暖冷房期間におけるそれぞれの最大地中熱交換量から算出した。
* 地中交換量シミュレーションは、長さ30mの地中熱交換器を模したモデルを用いて県内の100地点について実施した。各地点の最大地中熱交換量から、空間補間（自然近傍補間法）により県内全域の最大地中熱交換量分布を求めた。
* 地中熱交換器の必要本数は、「官庁施設における地中熱利用システム導入ガイドライン（案）」（国土交通省）に示されている計算式に基づき、必要熱負荷（最大地中熱交換量）およびCOPを与えて、必要となる地中熱交換器総延長を算出し、総延長を地中熱交換器長さ（30m）で除すことで求めた。

＜地中熱交換量シミュレーションモデルの諸条件＞

* 地中熱交換器周囲の水理地質：

広域地下水流動シミュレーションモデルに設定した地盤物性（透水係数、有効間隙率、熱伝導率、比熱等）および広域地下水流動シミュレーションの計算結果（地下水流速、地下水流量、地下水位、地温等）を利用した。

* 地中熱交換器モデル：

ダブルUチューブ（外径32㎜）　長さ30m

地中熱交換井　直径179mm、硅砂充填

＜建物（標準住戸）および空調負荷の仕様＞

* 標準住戸の空調負荷は、「建物エネルギー消費性能基準」（平成28年度経済産業省・国土交通省令第1号）に基づき、以下の条件で設定した。

標準住戸および空調負荷の条件設定

|  |  |
| --- | --- |
| 項目 | 条件 |
| 地域区分 | 5地域：秦野市、大井町、松田町、山北町、開成町、清川村、相模原市（旧城山町、津久井町、相模湖町、藤野町）6地域：5地域以外の市町 |
| 標準住戸の床面積 | 120.08m2 |
| 断熱水準 | 平成11年基準超相当 |
| 日射遮蔽 | 日射遮蔽レベル中 |
| 暖冷房設備 | ルームエアコンディショナー |
| 暖冷房設備の運転方式 | 居室のみを暖冷房する方式（間歇運転） |

＜地中熱交換量シミュレーションの熱源水入口温度＞

* 地中熱交換器への熱源水入口温度を入力条件とし、地中熱交換量シミュレーションによって出口温度を求めた。入力条件となる入口温度は、標準住戸における空調負荷に基づき、予測シミュレーションツールにより求めた。
* 予測シミュレーションツールの計算条件は下記の通りとした。

予測シミュレーションツールの計算条件一覧

|  |  |
| --- | --- |
| 項目 | 計算条件 |
| ファンコイル | 3型　4台冷房能力3.1kW、暖房能力2.4kW（合計　暖房：9.6kW、冷房：12.4kW）消費電力40W |
| ヒートポンプ | COP4.0 |
| 熱源ポンプ | 熱源水　水一次側設計温度差　5℃ポンプ流量　18.1L/min |
| 地中熱交換器 | ダブルUチューブ　100m×1本 |
| HP~地中熱交換器距離 | 10m |
| 地表面条件 | 温度境界条件 |
| 冷房期間 | 5/31~9/30 |
| 運転期間 | 3年間 |

※上記の計算条件は地中熱交換器長さ100mの際に設定した条件である。長さ30mの場合には1本では本数不足で計算できないこと、また複数本に設定した場合には各地中熱交換器の離隔距離や干渉を考慮する必要が出てくるため、ここではできるだけ条件を簡易にするために、長さ100mと同じ条件とした。

＜地中熱交換量シミュレーションにおける制約条件＞

* 地中熱交換量シミュレーションにおいては、実際の地中熱ヒートポンプの運転を想定し、以下の制約条件を設定した。
1. 暖房時は熱原水の温度が凍結温度（0℃）を下回らないこと
2. 冷房時は熱原水の温度が気温を超えないこと
3. 地中熱交換器の出入口温度差は最大5℃

＜地中熱交換量の算出＞

* 地中熱交換量シミュレーションで得られた出口温度から、以下の式によって地中熱交換量（W/m）を算出した。

　　　　　$Q=L ×C × ρ × ∆T × {1000}/{60}$

$q={Q}/{D}$

Q ：地中熱交換量[W]

L ：循環流量[L/min] （=20.1）

C ：熱源水の比熱[kJ/（kg・K）]　（=4.18，20℃時の水）

ρ ：熱源水密度[kg/L]　（=1.0）

ΔT ：地中熱交換器出入口温度差[℃]

q ：単位長さ（1m）当たりの地中熱交換量[W/m]

D ：地中熱交換器長さ[m]　（= 30）

＜地中熱交換器必要本数の算出＞

* 長さ30mの地中熱交換器による各地点の最大地中熱交換量を必要熱負荷とし、「官庁施設における地中熱利用システム導入ガイドライン（案）」（国土交通省）で示されている以下の算出式を用いて、地中熱交換器総延長を求めた。

＜暖房時＞　$L\_{h}= \frac{^{q\_{h}∙\left(COP-1\right)}/\_{COP}}{q}$

＜冷房時＞　$L\_{c}= \frac{^{q\_{c}∙\left(COP+1\right)}/\_{COP}}{q}$

*Lh* ：地中熱交換器総延長[m]　暖房時

*Lc* ：地中熱交換器総延長[m]　冷房時

*qh* ：必要熱負荷[W]　暖房時

*qc* ：必要熱負荷[W]　冷房時

*q* ：単位長さあたりの熱交換量[W/m]

*COP* ：地中熱ヒートポンプの成績係数

 （暖房=3～4（標準3.5）、冷房=4～6（標準5））

* 地中熱交換器の必要総延長算出の計算条件は以下の通りとした。

地中熱交換器の必要総延長算出の計算条件

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 省エネルギー地域区分 | 5地域 | 6地域 |
| 必要熱負荷 | 暖房9.2kW、冷房6.2kW | 暖房8.5kW、冷房6.7kW |
| COP | 暖房3.5　冷房5.5 |
| 単位長さあたりの熱交換量 | 期間中における各計算地点の最大熱交換量 |

* 得られた地中熱交換器の総延長から地中熱交換器（長さ30m）の必要本数を算出し、空間補間（自然近傍補間）により県内全域の地中熱交換器本数の分布図を作成した。

※当該シミュレーションにおいては、想定される最大の必要本数を算出しております。

地域によっては、マップに表示された値よりも少ない本数での対応も可能です。