

環境省

平成30年度環境技術実証事業

ヒートアイランド対策技術分野

(地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システム)

実証報告書

《詳細版》

平成31年3月

- 実証機関 : 特定非営利活動法人 地中熱利用促進協会
東京都杉並区荻窪 5-29-20
- 実証単位 : (A) システム全体
- 実証申請者 : 株式会社ダイワテック
長野県岡谷市赤羽 3-12-25
- 実証対象技術 : 長野県岡谷市の株式会社ダイワテック本社における地中熱利用冷暖房システム
- 実証番号 : 番号 052-1801
発行日 令和元年5月20日



本実証報告書の著作権は、環境省に属します。

目次

| | |
|--|----|
| ○ 全体概要 | 1 |
| 1. 実証対象技術の概要 | 1 |
| 2. 実証の概要 | 3 |
| 3. 実証結果 | 3 |
| 4. 実証対象技術の設置状況写真 | 5 |
| (参考情報) | 6 |
| ○ 本編 | 7 |
| 1. 実証の概要と目的 | 7 |
| 1.1 本実証の概要 | 7 |
| 1.2 環境技術実証事業の目的と定義 | 7 |
| 1.3 本実証対象技術分野と実証単位の概要 | 7 |
| 1.4 実証単位(A)の実証目的と実証項目 | 8 |
| 1.5 実証単位(C)の実証項目 | 8 |
| 2. 実証機関・申請者・実証体制 | 9 |
| 3. 実証対象技術の概要 | 11 |
| 3.1 実証対象技術の原理 | 11 |
| 3.2 実証対象技術の実証の環境 | 11 |
| 3.3 実証対象技術の施設の概要と配置 | 15 |
| 3.4 システムの構成 | 17 |
| 3.5 実証対象技術の写真 | 23 |
| (参考情報) | 26 |
| 4. 実証単位(A)の試験の内容 | 27 |
| 4.1 実証項目の内容 | 27 |
| 4.2 実証方法 | 28 |
| 4.3 実証試験の測定項目 | 31 |
| 4.4 試験の目標値 | 33 |
| 4.5 試験実施施設の運用状況および試験の実施日程 | 33 |
| 4.6 各実証項目の整理解析方法、表示方法 | 34 |
| 5. 実証単位(A)システム全体の試験の結果 | 37 |
| 5.1 試験結果(システム全体の実証項目) | 37 |
| 5.2 循環ポンプの消費電力の測定 | 37 |
| 5.3 試験期間中の日毎の二次側機器の使用状況と二次側熱媒出温度の設定の推移 | 40 |
| 5.4 試験期間の各種項目の日ごとの平均値や総和の経時変化グラフ | 41 |
| 5.5 試験期間の冷房試験代表日の測定項目の一日の経時変化 | 45 |
| 5.6 試験期間の暖房試験代表日の測定項目の一日の経時変化 | 49 |
| 6. 実証単位(C)の実証 | 53 |
| 6.1 地中熱交換部の実証に関する規定 | 53 |
| 6.2 地中熱交換部に関する実証 | 54 |
| 6.3 熱媒循環部(U字管)の実証(参考項目) | 54 |
| 6.4 熱媒に関する実証 | 56 |

| | |
|---|-----------|
| 7. 試験結果に基づく実証結果 | 59 |
| 7.1 冷房期間及び暖房期間のシステムエネルギー効率..... | 59 |
| 7.2 目標値の達成..... | 59 |
| 8. 考察 | 60 |
| 8.1 良い成績が得られた理由..... | 60 |
| 8.2 ヒートポンプのエネルギー効率 (COP) と一次側二次側熱媒温度差の関係..... | 61 |
| ○ 付録 | 63 |
| 1. 地中熱用語集..... | 63 |
| 2. 品質管理に関する事項等の情報..... | 66 |
| ○ 資料編 | 69 |



本実報告書の著作権は、環境省に属します。

○ 全体概要

| | |
|--------|---|
| 実証対象技術 | 長野県岡谷市の株式会社ダイワテック本社における地中熱利用冷暖房システム |
| 実証申請者 | 株式会社ダイワテック |
| 実証単位 | (A) システム全体 |
| 実証機関 | 特定非営利活動法人 地中熱利用促進協会 |
| 実証試験期間 | 平成 30 年 7 月 12 日～平成 31 年 2 月 3 日 (現地計測期間) |

1. 実証対象技術の概要

1.1 原理

地中熱利用の原理と長所は、地中は夏場は外気よりも温度が低く、冬場は外気より温度が高いという特性を有するため、地中熱を空調に利用すると、外気を熱源とするよりも効率よく冷暖房を行うことができる。また、夏場においては冷房排熱を直接外気中に放出しないため、ヒートアイランド現象の抑制効果が期待される。

1.2 実証対象技術の特徴

本実証対象技術は戸建住宅規模の地中熱ヒートポンプを利用した冷暖房システムで、特に床暖房やパネルヒーターに利用していることが特記できる。特徴を列記する。

- ① 地中熱交換井はシングルU字管を挿入したものが 1 本である。
- ② 一次側 (熱源側) は地中熱交換井を循環した熱媒を地中熱ヒートポンプに接続している。
- ③ 二次側 (利用側) はファンコイルユニット、パネルヒーター、パネルコンベクター、床暖房が並列につながっている。
- ④ パネルヒーターや床暖房は、冷房時も暖房時も二次側熱媒温度と室内温度の差を一般のエアコンの場合よりも比較的小さくすることができる。このため地中温度と二次側熱媒温度の差を小さく保つことが可能で、地中熱利用の長所を活かすことができ、大きな省エネ効果が期待できる。

1.3 実証対象技術の実証施設の環境

表 1 実証対象技術の施設の環境

| | |
|--------------|--|
| 施設概要 | 施設所在地：長野県岡谷市赤羽 3-12-25 施設の用途：戸建住宅用ショールーム |
| 施設の規模および空調方式 | 建物は木造 2 階建て。ショールームは 1 階で面積は 35.16 m ² 一次側 (熱源側) は 1 本の地中熱交換井。地中熱ヒートポンプ、二次側 (利用側) は床暖房、ファンコイル、パネルヒーター、パネルコンベクターからなる。一次側、二次側とも熱媒が循環。 |
| 地質状況 | 扇状地で砂礫層を主体とし、透水性が良い。 |

1.4 冷暖房システムの全体と試験時のシステム構成

二次側は 4 種類の冷暖房機器があるが、冷房時にはファンコイルとパネルヒーターを利用。暖房時には床暖房、ファンコイル、パネルヒーター、パネルコンベクター全てが利用できる。

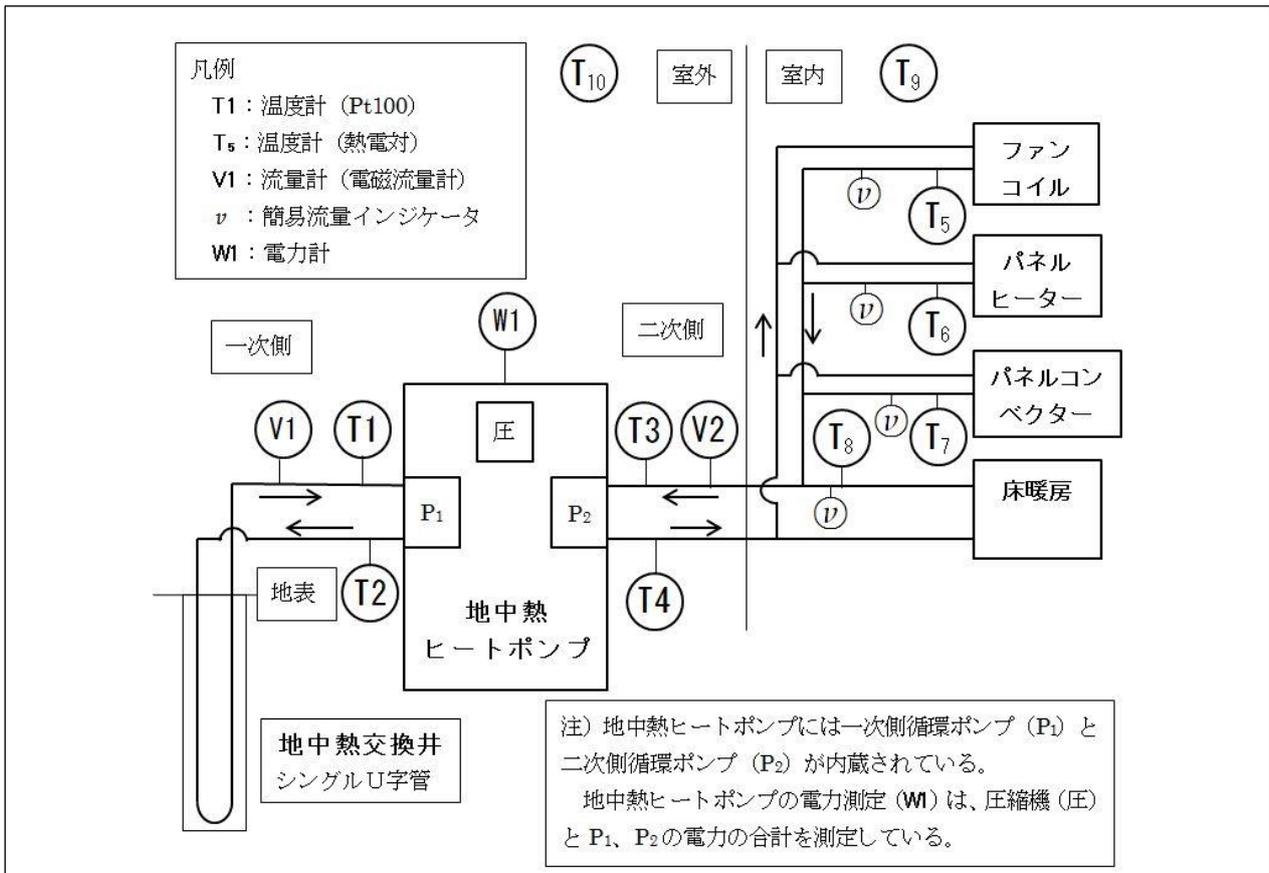


図 1 地中熱利用システムと測定箇所の概念図

表 2 実証対象技術のシステム構成

| | |
|------------|--|
| 地中熱交換井 | <ul style="list-style-type: none"> 深度および本数：深度 71.5m×1 本。 掘削坑径：188mm。 U 字管：クリモトポリマー株式会社製 地中熱採熱パイプ G-Source GLOOP32、シングルで挿入、長さ 70.9m 充填材：砂礫 (採取地：長野県岡谷市赤羽 地内)・地下水位：データなし |
| 地中熱用ヒートポンプ | <ul style="list-style-type: none"> 製品名：サンポット株式会社製 地中熱ヒートポンプ GSHP-0630 定格冷房能力：5.4kW、定格暖房能力：5.5kW、インバータ制御・台数：1 台 冷媒：R410A、タイプ：2 次側間接式、循環ポンプ内蔵 |
| 循環ポンプ | <ul style="list-style-type: none"> 一次側二次側ともに地中熱用ヒートポンプに内蔵。 |
| 熱媒 | <ul style="list-style-type: none"> 一次側、二次側：サンポット株式会社製温水暖房用不凍液 FHF-20K40 調合済。プロピレングリコール濃度 40%、比重 1.04、比熱 3.7 |
| 室内機 (冷暖房機) | <ol style="list-style-type: none"> ファンコイル：株式会社ディンプレックス・ジャパン製 スマートラッドファンコイルユニット SRX160ECWGJ、台数：1 台 冷房能力：全熱量 1.16kW、顕熱量 0.91kW、暖房能力：2.34kW 床暖房：三菱インフラテック株式会社製 温水暖房用架橋ポリエチレン管 13A パネルヒーター：サンポット株式会社製 冷温水パネルヒーター CSH-840V 冷房能力 637W、暖房能力 659W (23deg) 880W (28deg) (deg) は平均温水温度と室温との差、標準通水量 2.4L/min パネルコンベクター (暖房専用)：株式会社コロナ製 パネルコンベクター UP-1623KD-W 暖房能力 1.59kW (40deg) 標準通水量 4.0L/min |

2. 実証の概要

2.1 実証の目的

実証対象技術の総合的な性能を実証することで、システム自体の性能及び設計、施工、運用に関する技術の高さを総合的、客観的に示すことを目的としている。

2.2 システム全体の試験

実証対象技術のシステム全体の試験の実証項目は表 5 に示すとおりである。

実証対象技術のシステム全体の試験は、図 1、表 3 に示す各計測器で測定した数値をデータロガーで記録した後解析した。なお、測定器の精度と出荷時期は実証要領の規定を満たしている。

表 3 実証対象技術の測定項目と測定機（測定場所は図 1 の記号を参照）

| | 記号 | 測定項目 | 仕様、精度 | メーカー・型式 | メーカー出荷時期 | 校正 |
|--------|-----------------|--------------|--------------|----------------|------------|----|
| 必須測定項目 | T1 | 一次側熱媒入口温度 | Pt100 クラス A | (株)八洲測器 YP210 | 2017 年 6 月 | 無 |
| | T2 | 一次側熱媒出口温度 | Pt100 クラス A | (株)八洲測器 YP210 | 2017 年 6 月 | 無 |
| | T3 | 二次側熱媒入口温度 | Pt100 クラス A | (株)八洲測器 YP210 | 2017 年 6 月 | 無 |
| | T4 | 二次側熱媒出口温度 | Pt100 クラス A | (株)八洲測器 YP210 | 2017 年 6 月 | 無 |
| | V1 | 一次側熱媒流量 | 電磁流量計 | キーエンス FD-M50AY | 2017 年 6 月 | 無 |
| | V2 | 二次側熱媒流量 | 電磁流量計 | キーエンス FD-M50AY | 2017 年 6 月 | 無 |
| | W1 | 消費電力 | 瞬時・積算電力 | パナソニック KW4M | 2017 年 6 月 | 無 |
| 任意測定項目 | T ₅ | ファンコイル出口温度 | T 型熱電対線クラス 2 | 二宮電線工業(株) | 2017 年 6 月 | 無 |
| | T ₆ | パネルヒーター出口温度 | T 型熱電対線クラス 2 | 二宮電線工業(株) | 2017 年 6 月 | 無 |
| | T ₇ | パネルコンベクタ出口温度 | T 型熱電対線クラス 2 | 二宮電線工業(株) | 2017 年 6 月 | 無 |
| | T ₈ | 床暖房出口温度 | T 型熱電対線クラス 2 | 二宮電線工業(株) | 2017 年 6 月 | 無 |
| | T ₉ | 室内温度 | T 型熱電対線クラス 2 | 二宮電線工業(株) | 2017 年 6 月 | 無 |
| | T ₁₀ | 室外温度 | T 型熱電対線クラス 2 | 二宮電線工業(株) | 2017 年 6 月 | 無 |
| | v | 二次側機器の熱媒流量 | 簡易流量インジケータ | (株)コロナ USA-N24 | | |
| | | データロガー | | グラフテック GL840 | 2017 年 6 月 | — |

3. 実証結果

3.1 システム全体の实証結果

表 4 試験実施施設の空調システムの試験期間と使用状況

| | |
|----------|---|
| 試験期間 | 試験期間：平成 30 年 7 月 12 日～平成 31 年 2 月 3 日 ・冷房期間：平成 30 年 7 月 12 日～平成 30 年 9 月 11 日（冷房終了日まで） ・暖房期間：平成 30 年 9 月 12 日（暖房開始日）～平成 31 年 2 月 3 日 |
| 試験時の使用状況 | (1) 冷房期間 1) 冷房期間は、二次側機器はパネルヒーターとファンコイルのみを使用した。 2) 8 月 11 日～16 日は盆休み、17～20 日は冷涼のため終日運転していない。 (2) 暖房期間 1) 9 月 12 日に気温低下のため暖房運転開始した。この日から暖房期間とした。 2) 暖房期間の二次側機器は、9 月 12 日から 10 月 30 日までは床暖房のみを運転、10 月 31 日からはパネルヒーター、11 月 1 日からはさらにファンコイルとパネルヒーターも運転開始した。 |

表5 システム全体の实証項目の試験結果の要約

| 項目 | | 試験結果 | |
|---------------------|------|---|--------|
| システム全体の 実証 項目 | 必須項目 | a. 冷房期間のシステムエネルギー効率 ^{※1} | 4.11 |
| | | b. 冷房期間のシステム消費電力 ^{※1} | 0.33kW |
| | | c. 冷房期間の地中への排熱量 | 1.76kW |
| | 任意項目 | d. 実証試験期間の平均システムエネルギー効率 SCOP _{ETV} ^{※2} | 3.35 |
| | | e. 暖房期間のシステムエネルギー効率 ^{※1} | 3.33 |
| | | f. 暖房期間のシステム消費電力 | 0.76kW |
| | | g. 暖房期間の地中からの採熱量 | 1.85kW |

※1 システムエネルギー効率やシステム消費電力は、[ヒートポンプの圧縮機+1次側循環ポンプ+2次側循環ポンプ]を含むものである。

※2 SCOP_{ETV}は、環境技術実証(ETV)事業で独自に定めたエネルギー効率の指標である。実証試験での実測値から算出した、実証試験期間中のシステムエネルギー効率の平均値である。

目標値：試験の目標項目は「ヒートアイランド現象の緩和効果」とし、その目標値は「平均的な夏の気象条件で運転をした場合の7~8月の緩和効果の平均値が5kWh/日程度以上」とした。

実証試験の結果、緩和効果は11.4kWh/日となり、目標値は達成している。

3.2 その他の実証項目

実証単位(A)の実証では、実証単位(C)地中熱交換部の実証項目も示すことになっているが、これらは既存カタログなどを引用した参考項目なので、概要版では記載を省略する。

3.3 実証結果の考察

本実証結果の成績は、環境省の示す地球温暖化対策事業の効果を比較すべき従来機器の性能値より、冷房期間も暖房期間も良い成績が得られた。その理由は次のようないくつかの要因があったためと考えられる。

- (1) 当地では地下水が豊富でかつ地層は透水性の良い砂礫層を主体とするため、地中の放熱や採熱の能力が高いため。
- (2) 冷房期間では、当地は標高が高く冷涼地なので、冷房負荷が少なかったため。
- (3) 暖房期間では、床暖房が主体であるが、床暖房は二次側熱媒の出口温度を比較的低くしても体感的には快適な暖房効果が得られる。このため一次側熱媒の入口温度と二次側熱媒の出口温度の温度差を小さく保つことができ、ヒートポンプの特性上良いCOPが得られる運転となった。
- (4) 冷房期間、暖房期間を通じて、一次側熱媒の入口温度と二次側熱媒の出口温度の温度差を小さく保つことができる条件を活かした運転をしていた。

なお、「一次側熱媒の入口温度」は図1のT1、「二次側熱媒の出口温度」はT4、「温度差」は(T4-T1)でヒートポンプによって昇温する温度に直接関係するものである。この温度差が小さいと昇温幅は小さくて済み、ヒートポンプの消費電力は少なく、COPの成績は良くなる。

4. 実証対象技術の設置状況写真



写真 1 全景

写真 2 地中熱用ヒートポンプ

ショールーム
 (地中熱冷暖房の部屋)

地中熱交換井の場所



写真 3 室内機の全景

パネルヒーター
 (冷暖房兼用)

パネルコンベクター
 (暖房のみ)

ファンコイルユニット
 (冷暖房兼用)

床暖房
 (暖房のみ)

(参考情報)

| 項目 | | 実証申請者または開発者 記入欄 | | |
|--------------------------|--------------|--|-----------|-------------|
| 実証対象技術名 | | 長野県岡谷市の株式会社ダイワテック本社における地中熱利用冷暖房システム | | |
| 製品名・型番 | | 地中熱利用冷暖房システム | | |
| 製造(販売)企業名 | | 株式会社ダイワテック | | |
| 連絡先 | TEL/FAX | TEL0266-22-5231 FAX0266-22-7961 | | |
| | ウェブサイトアドレス | http://daiwa-tech.co.jp/ | | |
| | E-mail | info@daiwa-tech.co.jp | | |
| 設置条件 | | 地中熱交換井を掘削できればどこでも設置可能です。 既存井戸の利用も可能です。 室内の冷暖房の機器は利用建物に合わせて、床暖房、パネルヒーター、ファンコイルなどいろいろ選択できます。 | | |
| メンテナンスの必要性・コスト・耐候性・製品寿命等 | | 一般的には特別なメンテナンスはほとんど必要ありませんが、機器は3年に1度程度の点検をお勧めします。蓄熱式床暖房の配管には、錆びや腐食の少ない架橋ポリエチレン管を使用しており、メンテナンスフリーです。一部使用機器の耐用年数は10～15年です。 | | |
| 施工性 | | 新築、リフォームを問わず施工ができ、室内側の機器も自由に選択できるので、お客様の要望に合った冷暖房システムが構築可能です。 | | |
| コスト概算 | | | 数量 | 価格 |
| | | 地中熱交換井掘削工事 | 1 式 | 950,000 円 |
| | | 配管工事、床暖施工費 | 1 式 | 1,000,000 円 |
| | ヒートポンプ、二次側機器 | 1 式 | 700,000 円 | |

○ その他実証申請者または開発者からの情報

弊社は、経済的で、環境や健康にも配慮した地中熱利用冷暖房システム住宅の設計施工をしています。特許を取得した地中熱蓄熱式床暖房は自然エネルギーと蓄熱材の組み合わせにより24時間暖かく、クリーンで低ランニングコストな暖房システムです。1階全面に施工することで、玄関先から家じゅうまるごとあたたかく、寒暖差がないのでヒートショックを防ぐことができるなど、安心して快適な床暖房です。

このページに示された情報は、技術広報のために実証申請者が自らの責任において申請した内容であり、環境省、及び実証機関は、内容に関して一切の責任を負いません。

○ 本編

1. 実証の概要と目的

1.1 本実証の概要

本実証対象技術は戸建住宅規模の地中熱ヒートポンプを利用した冷暖房システムであり、特に床暖房やパネルヒーターに利用していることが特徴である。本実証はシステムの総合的な性能を試験することで、システム自体の性能及び設計、施工、運用に関する技術の高さを総合的、客観的に示すことを目的としている。試験は実際に利用しているままで7月から2月までの連続測定を行い、冷暖房の成績（システム COP）やヒートアイランド抑制効果を実証した。

1.2 環境技術実証事業の目的と定義

「平成 30 年度 環境技術実証事業 実施要領」*1には次のように書かれている。

1. 目的

環境技術実証事業（以下「実証事業」という。）は、既に実用化された先進的環境技術の環境保全効果、副次的な環境影響、その他環境の観点から重要な性能（以下「環境保全効果等」という。）を第三者が客観的に実証することにより、環境技術実証の手法・体制の確立を図るとともに、環境技術の利用者による技術の購入、導入等に当たり、環境保全効果等を容易に比較・検討し、適正な選択を可能にすることにより、環境技術の普及を促進し、環境保全と環境産業の発展に資することを目的とする。

2. 「実証」の定義

本実証事業において「実証」とは、環境技術の開発者でも利用者でもない第三者機関が、環境技術の環境保全効果等を試験等に基づき客観的なデータとして示すことをいう。

「実証」は、一定の判断基準を設けて、この基準に対する適合性を判定する「認証」とは異なる。

1.3 本実証対象技術分野と実証単位の概要

本実証対象技術分野の地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システムとは、地中熱及び地下水熱、下水熱等を熱源とし、ヒートポンプによって効率的に暖冷房を行うシステム全般のことである。本実証は、「環境技術実証事業 ヒートアイランド対策技術分野（地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システム）実証要領（平成 30 年 5 月 14 日付）」*2に基づいて実施する。

本技術分野のシステムは、多層的な技術の組み合わせで構成されており、図1-1に示す(A)、(B)、(C)の3つの実証単位に分けて試験をおこなうこととなっている。本実証対象技術はこれらの階層的技術の内「実証単位(A)システム全体」に関する実証である。



図 1-1 実証単位の全体像

「実証単位(A)システム全体」の試験は、実際にユーザーが使っているシステムについて、ユーザーが使っているままの運転条件で、冷房期間と暖房期間を含む約半年間の測定をして成績等を求める点が重要な特長である。また、実証単位(A)システム全体の試験は、実証単位(A)の試験項目と実証単位(C)地中熱交換部の試験項目を実施する、と実証要領に定められている。

*1 : 環境省大臣官房総合政策課 環境研究技術室 平成 30 年 4 月 1 日『環境技術実証事業 実施要領』 <http://www.env.go.jp/policy/etv/system/index.html>

*2 : 環境省水・大気環境局 総務課環境管理技術室 平成 30 年 5 月 14 日 『環境技術実証事業 ヒートアイランド対策技術分野（地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システム）実証要領』 http://www.env.go.jp/policy/etv/system/page_3.html

1.4 実証単位（A）の実証目的と実証項目

(1) 実証目的

地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システムの総合的な性能を実証することで、システム自体の性能及び設計、施工、運用に関する技術の高さを総合的、客観的に示すことを目的としている。

(2) 試験方法

試験方法は実証要領に基づき、地中熱利用冷暖房のショールームで通常どおりに空調システムを使用した状況で測定したものである。

*実証要領（平成 30 年 6 月 14 日付）p. 17 第 6 章「4 運転方法」参照。

(3) 実証単位（A）の実証項目

実証単位(A)の実証項目は、システム全体の試験項目と実証単位(C)の地中熱交換部の試験項目で構成される。実証項目の詳細は、p.27 の表 4-1 を参照。

1.5 実証単位（C）の実証項目

(1) 実証目的

本実証単位の実証目的は 2 つある。1 つは、地中熱交換部自体の性能を実証することで、熱交換部の構成要素の性能及び設計、施工に関する技術の高さを総合的、客観的に示すことである。もう 1 つの目的は、設置場所固有の熱交換性能を実証することである。

(2) 実証単位 (C) の実証項目

本実証対象技術は、実証要領のタイプ区分では「熱媒循環式×熱交換器なし」で「地中熱源等」のタイプに該当する。

このタイプの場合の実証項目は、3 つ挙げられている。

- ①地中熱交換部の実証項目
- ②熱媒循環部の実証項目
- ③熱媒の実証項目

これらの実証項目の詳細は、p. 54 の表 6-1～表 6-3 を参照。

2. 実証機関・申請者・実証体制

実証に参加する組織は、図 2-1 に示すとおりである。また、実証参加者とその責任分掌は、表 2-1 に示すとおりである。

実証申請者はシステムの設計施工事業者でありユーザーでもある。

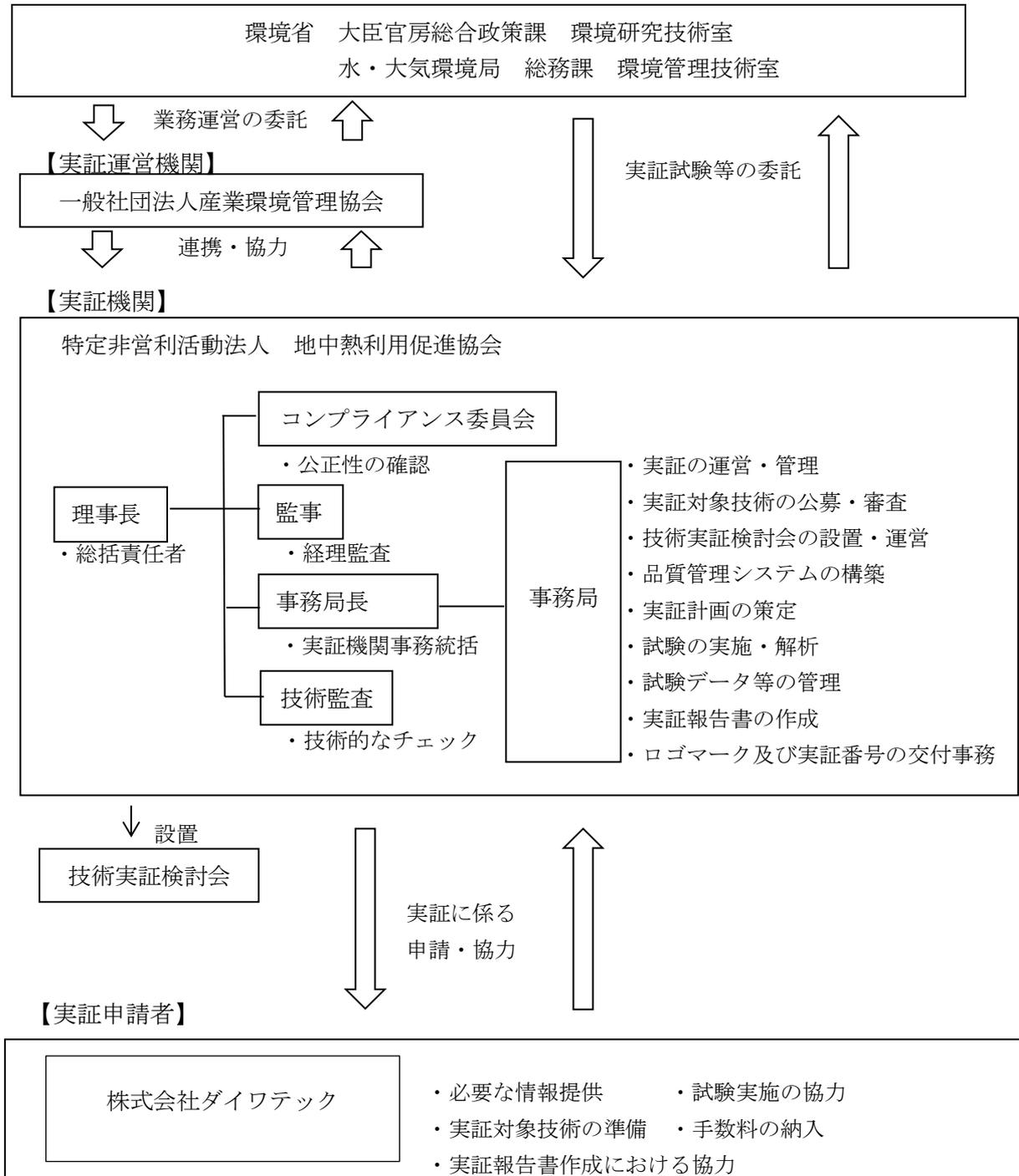


図 2-1 実証に参加する組織

表 2-1 実証参加機関、責任分掌

| 区分 | 実証参加機関 | 責任分掌 | 参加者 |
|-----------|------------------------|----------------------|--------------------------------------|
| 実証機関 | 特定非営利活動法人 地中熱利用促進協会 | 実証の総括責任者 | 笹田政克 |
| | | 実証の運営管理 | 宮崎真一 小間憲彦 赤木誠司 安原暉之 安田博和 |
| | | 実証対象技術の公募・審査資料作成 | |
| | | 技術実証検討会の運営 | |
| | | 品質管理システムの構築 | |
| | | 実証計画の作成 | |
| | | 試験の実施・運営 | |
| | | 手数料の算定 | |
| | | 試験データ・情報の管理 | |
| | | 実証報告書の作成 | |
| | | その他実証要領で定められた業務 | |
| | | 内部監査の総括 | 後藤文彦 |
| | | 実証の技術監査 | 安川香澄 |
| | | 法令遵守と公平性の確認 | コンプライアンス委員会 |
| 実証 申請者 | 株式会社ダイワテック | 実証機関への必要な情報提供と協力 | 和田保守 藤森真弓 三沢洋一郎 |
| | | 実証対象技術の準備・運転と関連資料の提供 | |
| | | 手数料の支払い | |
| | | 既存の性能データの提供 | |
| | | 実証報告書の作成における協力 | |

なお、必要な計測器は、実証申請者が実証要領の規定に則り自主的に設置済みであり、実証機関が確認した。計測データ整理、データ解析は実証機関が行った。

実証機関に関する情報を表 2-2 に示す。

表 2-2 実証機関に関する情報

| | |
|----------------|----------------------|
| 名称 | 特定非営利活動法人 地中熱利用促進協会 |
| 所在地 | 東京都杉並区荻窪 5-29-20 |
| e-mail | geohpajs@geohpaj.org |
| 実証機関が取得している認証等 | なし |

3. 実証対象技術の概要

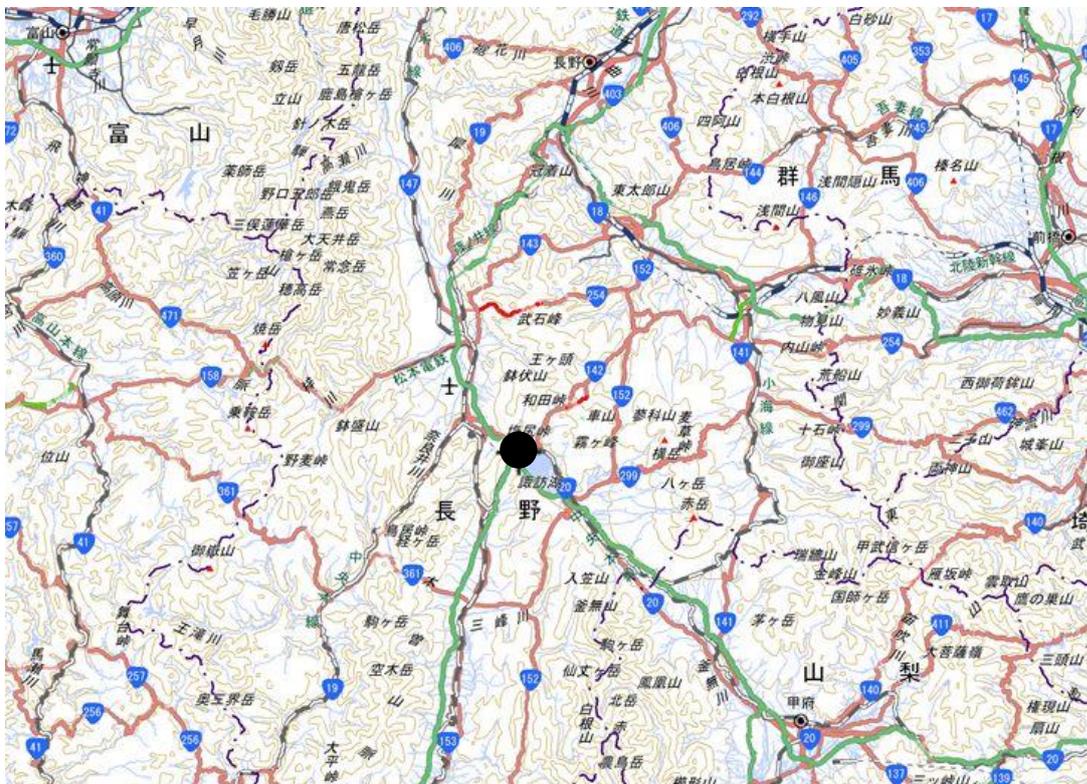
3.1 実証対象技術の原理

一般に地中熱利用ヒートポンプ空調システムは、地中を熱源として利用し、夏は地中に熱を放出し、冬は地中から熱を採取して、冷房や暖房に利用するシステムである。地中は、夏場は外気よりも温度が低く、冬場は外気より温度が高いという特性を有するため、地中熱を空調に利用すると、外気を熱源とするよりも効率よく冷暖房を行うことができる。また、夏場においては、冷房排熱を外気中に放出しないため、ヒートアイランド現象の抑制効果が期待される。

3.2 実証対象技術の実証の環境

(1) 実証対象技術の所在地

実証対象技術が設置されている施設の所在地を図 3-1、図 3-2、図 3-3 に示す。



(出典：国土地理院 電子国土 Web URL: <http://maps.gsi.go.jp/#9/37.703380/139.788666>)

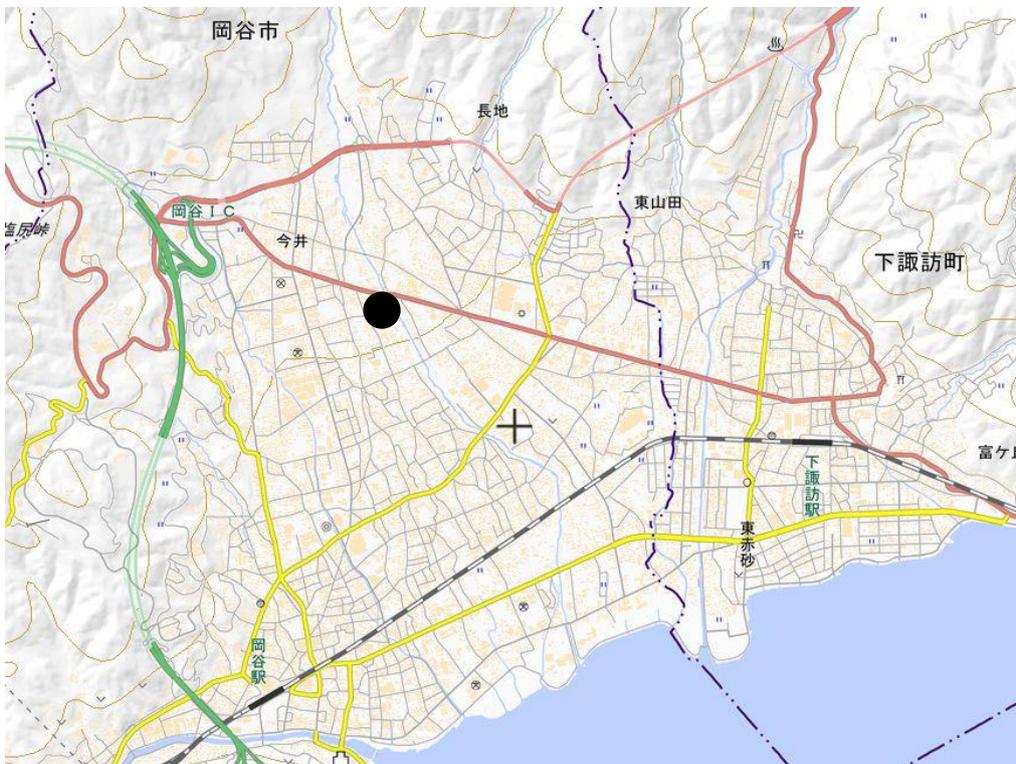
図 3-1 実証対象技術の所在地 (広域図)

● : 所在地



(出典：国土地理院 電子国土 Web URL: <http://maps.gsi.go.jp/#9/37.703380/139.788666>)

図 3-2 実証対象技術の所在地 (詳細図) ●：所在地



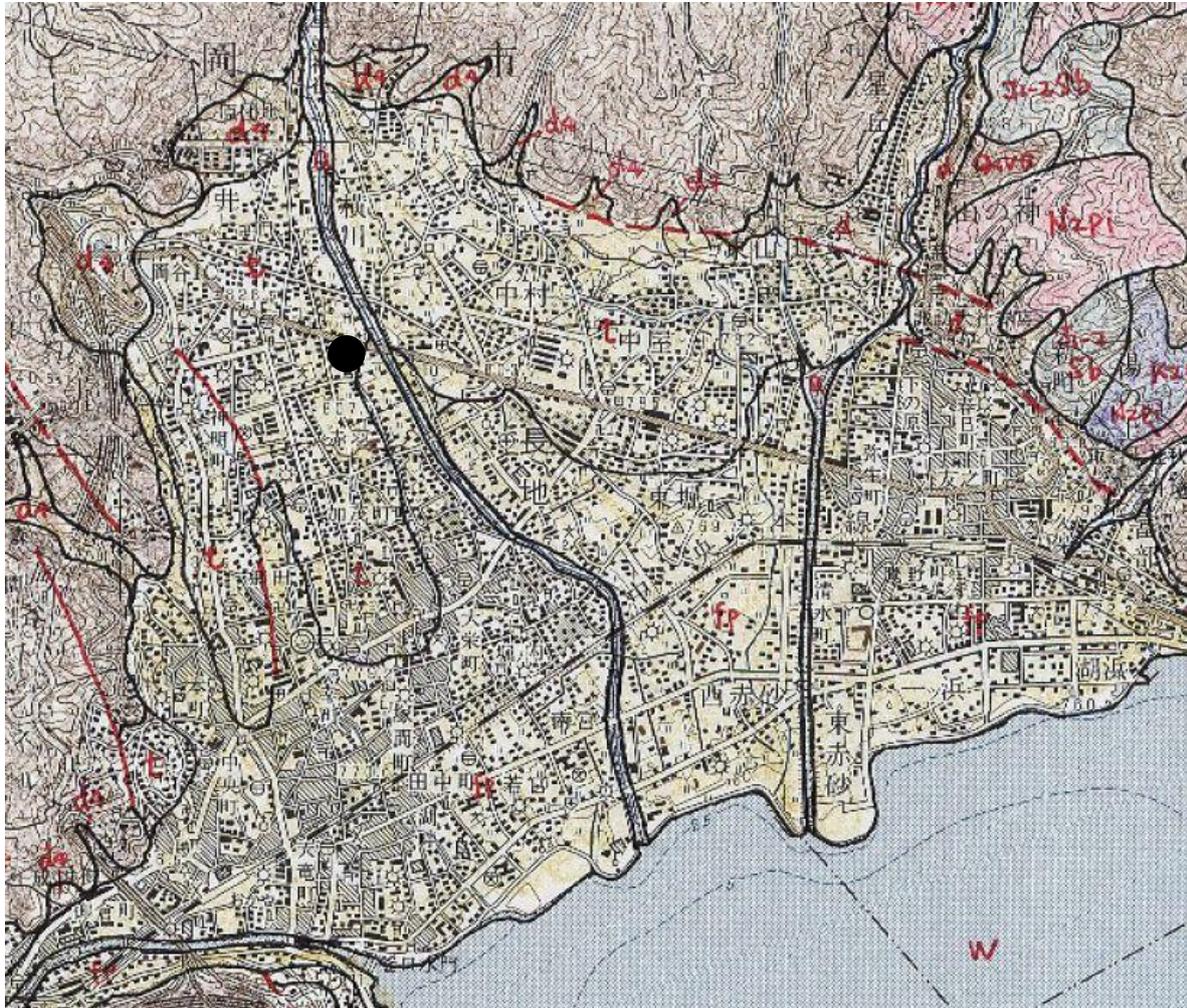
(出典：国土地理院 電子国土 Web

<http://maps.gsi.go.jp/#15/35.720263/139.537311/&base=std&ls=std&disp=1&vs=c1j0l0u0f0>)

図 3-3 実証対象技術の所在地付近の地形図 ● 所在地

(2) 現地の地質概要

地中熱利用においては、その場所の地質状況が重要な要素なので、地質概要を以下に示す。
 現地は扇状地で、砂礫層を主体とする透水性のよい地質で、地中熱利用には適した場所である。



(●：実証対象技術の所在地)

新版長野県地質図ver.1 統一地質凡例 新版長野県地質図作成委員会(2010)

| 地質時代 | 岩相・岩石区分 | 堆積岩類 | | | | | | | | | | | | | |
|------|---------|----------------|-------|----|-------|----|----|--------|----|-----|-------|----|----|------|------|
| | | 未固結 (地形要素を含む) | | | | | | | | | | | | | |
| | | 湖成堆積物 | | | 河成堆積物 | | | 扇状地堆積物 | | | 水河堆積物 | | | | |
| 第四紀 | 人工地盤 | r | | | | | | | | | | | | | |
| | | 完新世 | H | i4 | m4 | nl | fp | a | vp | f4 | t42 | t4 | d4 | i m4 | |
| | | Q3 | i3 | m3 | | | | f3 | f | t36 | t3 | d3 | d | g32 | i m3 |
| | | 更新世 | 0.13- | Q2 | i2 | | | | f2 | f | t31 | t2 | d2 | d | i m2 |
| | | 0.78- 2.58- | Q1 | i1 | | | | t1 | t | t25 | t | d | d | i m | |
| 鮮新世 | 5.2- | N3 | | | | | | | | | | | | | |
| 新生代 | | | | | | | | | | | | | | | |

図 3-4 岡谷市付近の地質

(3) 現地の地質柱状図

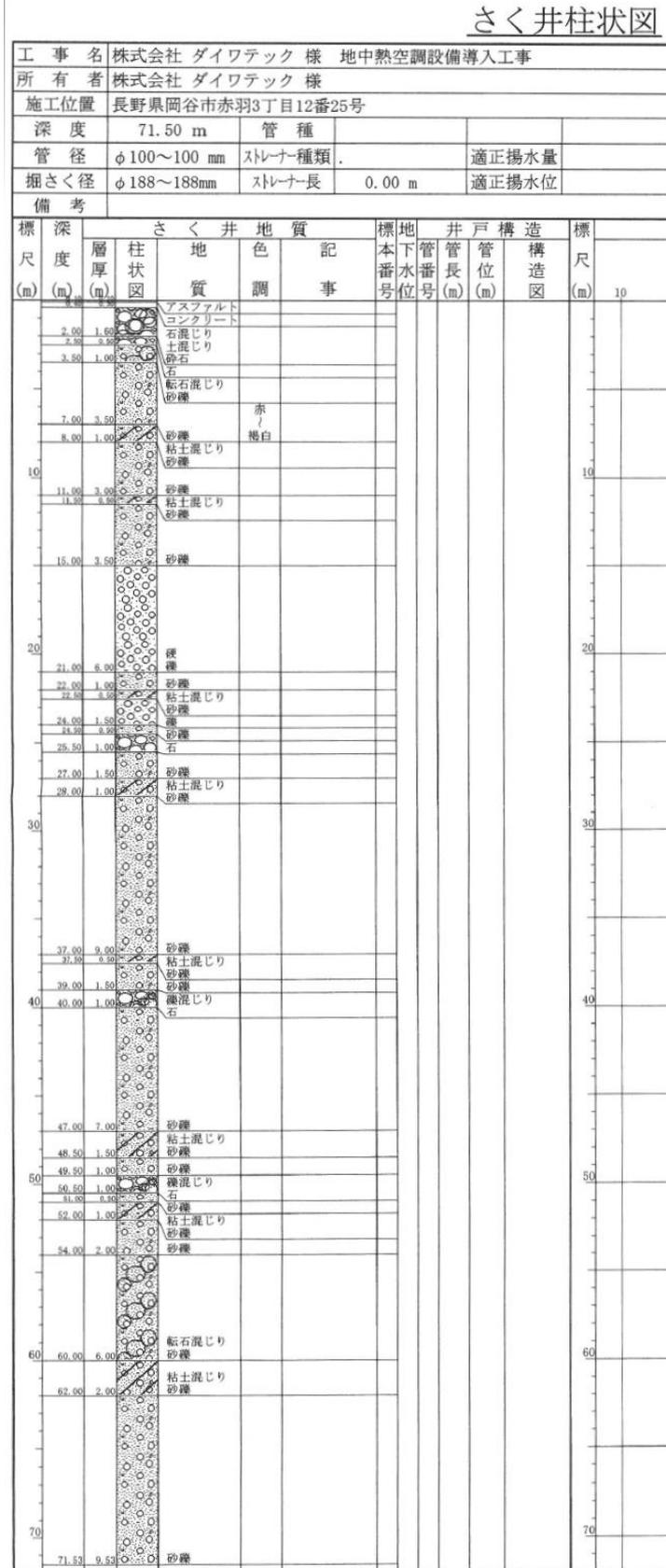


図 3-5 現地の地中熱交換井の地質柱状図

3.3 実証対象技術の施設の概要と配置

(1) 施設の概要

実証対象技術の所在地と、実証対象技術を設置してある施設の概要を表 3-1 に示す。

表 3-1 実証対象技術の所在地、設置施設の概要

| | |
|------------------|---|
| 施設概要 | 施設名： 株式会社ダイワテック本社ショールーム (戸建住宅用ショールーム) 施設所在地： 長野県岡谷市赤羽 3-12-25 施設の用途： 事務所に併設のショールーム |
| 施設の規模 および空調方式 | 建物は木造 2 階建。その内、ショールームは 1 階で面積は 35.16 m ² (約 22 帖) 空調システム： 1 本の地中熱交換井、地中熱ヒートポンプ、床暖房、ファンコイル、 パネルヒーター、パネルコンベクターからなる。一次側、二次側とも熱媒が循環。 |

(2) 設備の特徴

- ① 地中熱交換井はシングルU字管を挿入したものが 1 本である。
- ② 一次側は地中熱交換井を循環した熱媒を地中熱ヒートポンプに接続している。
- ③ 二次側はファンコイルユニット、パネルヒーター、パネルコンベクター、床暖房が並列につながっている。夏期はファンコイルユニットとパネルヒーターで冷房をし、冬季はファンコイルユニット、パネルヒーター、パネルコンベクター、床暖房が利用できるシステムである。
- ④ パネルヒーターや床暖房は、冷房時も暖房時も二次側熱媒温度と室内温度の差は一般のエアコンの場合よりも比較的小さくすることができる。このため、地中温度と二次側熱媒温度の差を小さく保つことが可能で、地中熱利用の長所を活かすことができ、大きな省エネ効果が期待できる。

(3) システムの概念図

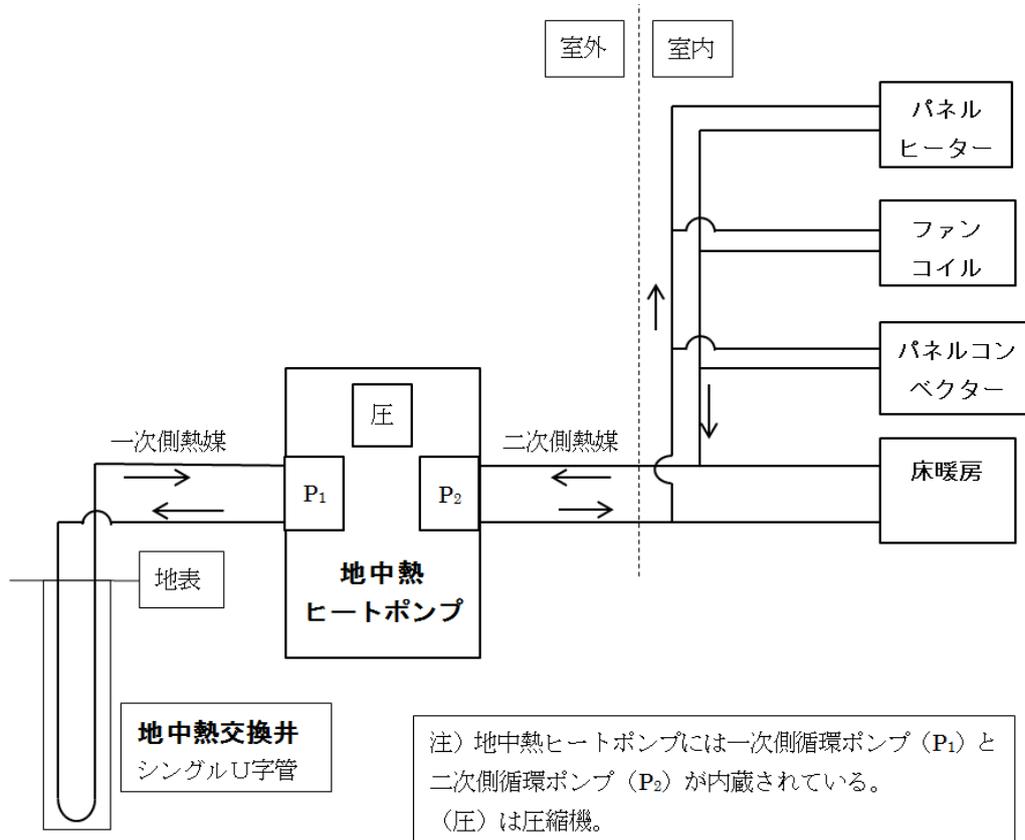


図 3-6 実証対象技術のシステム概念図

(4) システムの全体配置図

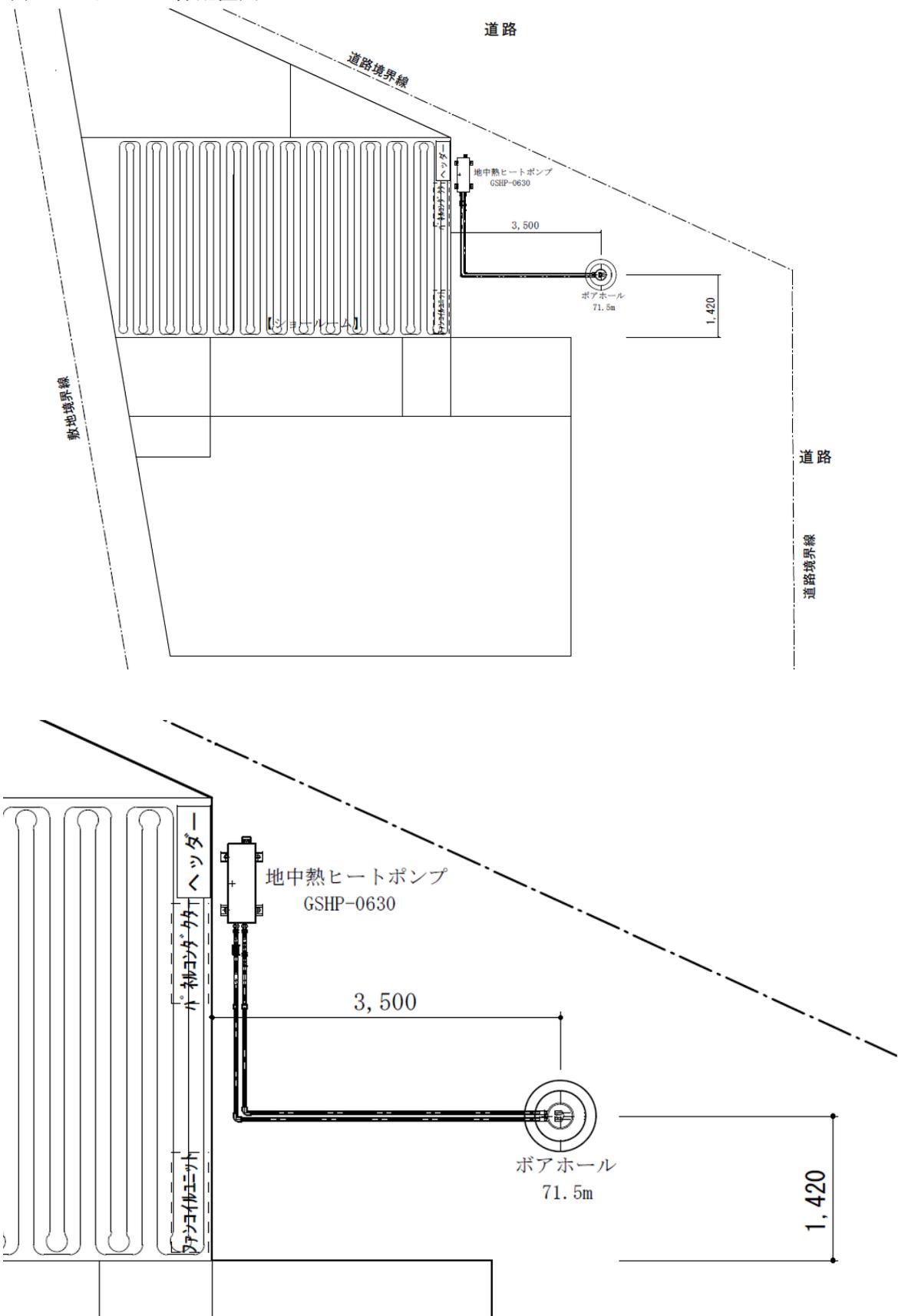


図 3-7 地中熱利用冷暖房設備の全体配置図

3.4 システムの構成

(1) システム構成

この地中熱利用設備は、一次側は1本の地中熱交換井からなり、二次側はファンコイルユニット、パネルヒーター、パネルコンベクター、床暖房が並列につながっている。

夏季はファンコイルユニットとパネルヒーターで冷房し、冬季はファンコイルユニット、パネルヒーター、パネルコンベクター、床暖房で暖房するシステムである。

表 3-2 実証対象技術のシステムの詳細

| | |
|----------------|---|
| 地中熱交換井 | <ul style="list-style-type: none"> ・深度および本数：深度 71.5m×1 本。掘削坑径：188mm。 ・U字管：クリモトポリマー株式会社製 地中熱採熱パイプ G-Source GLOOP32 シングルで挿入、長さ 70.9m ・充填材：砂礫（採取地：長野県岡谷市赤羽 地内） ・地下水位：データなし |
| 地中熱用ヒートポンプ | <ul style="list-style-type: none"> ・製品名：サンポット株式会社製 地中熱ヒートポンプ GSHP-0630 ・定格冷房能力：5.4kW、定格暖房能力：5.5kW ・台数：1 台、制御：インバータ制御 ・冷媒：R410A、タイプ：2 次側間接式、循環ポンプ内蔵 |
| 循環ポンプ | <ul style="list-style-type: none"> ・一次側二次側ともに地中熱用ヒートポンプに内蔵。 ・揚程：20L/min で採熱側 6.1mH₂O、冷暖房側 3.8mH₂O |
| 熱媒 | <ul style="list-style-type: none"> ・一次側、二次側：サンポット株式会社製 温水暖房用不凍液 FHF-20K40 調合済。プロピレングリコール濃度 40%、比重 1.04、比熱 3.7 |
| 室内機 (冷暖房設備) | (1) ファンコイル <ul style="list-style-type: none"> ・製品名：株式会社ディンプレックス・ジャパン製 スマートラッドファンコイルユニット SRX160ECWGJ ・冷房能力：全熱量 1.16kW、顕熱量 0.91kW、暖房能力：2.34kW ・台数：1 台 |
| | (2) 床暖房 <ul style="list-style-type: none"> ・三菱インフラテック株式会社製 温水暖房用架橋ポリエチレン管 13A |
| | (3) パネルヒーター <ul style="list-style-type: none"> ・製品名：サンポット株式会社製 冷温水パネルヒーター CSH-840V ・冷房能力 637W、暖房能力 659W (23deg) 880W (28deg) （ ）内の deg は平均温水温度と室温との差 ・標準通水量 2.4L/min |
| | (4) パネルコンベクター（暖房専用） <ul style="list-style-type: none"> ・製品名：株式会社コロナ製 パネルコンベクター UP-1623KD-W ・暖房能力 1.59kW (40deg) ・標準通水量 4.0L/min |

(2) 地中熱交換井の構造と寸法

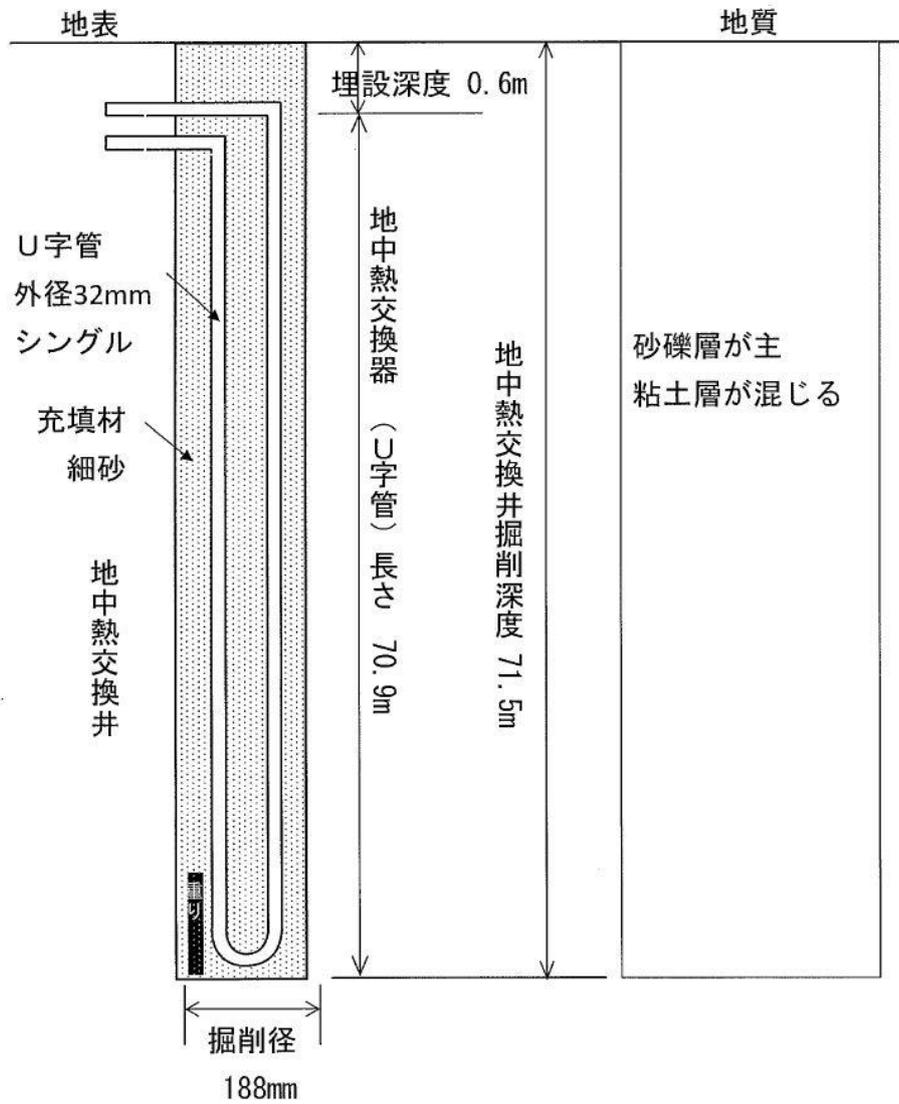


図 3-8 地中熱交換井の構造と寸法

(3) 地中熱用ヒートポンプ (サンポット製 GSHP-0630)

本実証対象技術に使用しているヒートポンプの仕様を表 3-3 に示す。

表 3-3 地中熱ヒートポンプ仕様

仕様

| | | | | | | |
|--------|------------|-------------------|------------------|----------------------------------|---|--|
| 型式の呼び | GSHP-0630 | | 外形寸法 (キャビネット) | 高さ | 740mm | |
| 種類 | 設置区分 | 屋内外設置 ※1 | 質量 | 幅 | 690mm | |
| | 用途 | 冷暖房 | | 奥行 | 300mm | |
| | 給水方式 | タンク式 | | | 53kg | |
| 定格電圧 | 単相200V | | 保有水量 | 冷暖房側 | 3.5L | |
| 定格周波数 | 50/60Hz | | | 採熱側 | 3.7L | |
| 消費電力 | 定格暖房 | 1.49kW ※2 | システム 最大水容量 | 冷暖房側 | 80L | |
| | 定格冷房 | 1.49kW ※3 | | 採熱側 | 140L | |
| | 最大 | 2.6kW ※4 | 接続口径 | 冷暖房側 | R3/4(20Aオス) | |
| 能力 | 定格暖房 | 5.5kW(最大6.7kW) ※2 | 採熱側 | R1(25Aオス) | | |
| | 定格冷房 | 5.4kW(最大6.7kW) ※3 | 使用温度範囲(暖房) | 15~60℃ ※4 | | |
| COP | 定格暖房 | 4.2 ※2 | 使用温度範囲(冷房) | 5~20℃ ※4 | | |
| | 定格冷房 | 4.2 ※3 | 安全装置 | からだき防止装置、 温度過昇防止装置、 流量監視装置 | | |
| 運転電流 | 定格暖房 | 7.5A ※2 | | 付属品 | オーバーフロータンク、 防振ゴム、アンカーボルト、 取扱説明書(保証書付)、 工事説明書 | |
| | 定格冷房 | 7.5A ※3 | | | | |
| 最大 | 13A ※4 | | | | | |
| 力率 | 99% | | | | | |
| 圧縮機出力 | 1.1kW | | | | | |
| 騒音 | 45dB(A) ※5 | | | | | |
| 冷媒の種類 | R410A | | | | | |
| 冷媒の封入量 | 550g | | | | | |

※1 外装キャビネットの材質は、カラー鋼板を使用。

※2 定格暖房運転条件:採熱戻り温度0℃、暖房行き温度35℃、
採熱側流量20L/min、冷暖房側流量16L/min。

※3 定格冷房運転条件:採熱戻り温度30℃、冷房行き温度7℃、
採熱側流量20L/min、冷暖房側流量16L/min。

※4 使用温度条件により能力、消費電力が変化します。

(4) ファンコイルユニット (ディンプレックス製 SRX160ECWGJ)

表 3-4 ファンコイルユニットの仕様

仕様一覧表

| 品名 | | ファンコイルユニット スマートラッド | | | |
|---------------------------|--------------------------|--|-------------|-------------|------|
| 型番 | | SRX070ECWGJ | SRX120ECWGJ | SRX160ECWGJ | |
| 冷房能力(kW)※1 | 全熱量 | 0.41 | 0.87 | 1.16 | |
| | 顕熱量 | 0.34 | 0.70 | 0.91 | |
| 暖房能力(kW)※2 | | 0.76 | 1.70 | 2.34 | |
| 消費電力(W)※3 | | 5.1 | 5.8 | 6.0 | |
| 運転電流(A)※3 | | 0.051 | 0.058 | 0.060 | |
| モーター | 形式 | 24V ブラシレスDC モーター | | | |
| | 速度調整 | 3段階 (OFF, 低速, 中速, 高速) | | | |
| | 消費電力 (W) | ファン低速 | 4.5 | 4.5 | 4.5 |
| | | ファン中速 | 5.1 | 5.8 | 6.0 |
| ファン高速 | | 10.5 | 15.0 | 16.4 | |
| ファン | 形式 | クロスフローファン (ブレード材質: アルミニウム) | | | |
| | 風量 (m ³ /min) | ファン低速 | 1.00 | 2.25 | 2.83 |
| | | ファン中速 | 1.33 | 2.83 | 3.83 |
| | | ファン高速 | 2.25 | 3.50 | 5.00 |
| 電源 | | AC100V 50/60Hz | | | |
| 通水量 (ℓ/min)※1 | | 1.20 | 2.49 | 3.32 | |
| 圧力損失(kPa)※1 | | 0.50 | 1.60 | 3.40 | |
| 熱交換器水容量(cm ³) | | 230 | 385 | 555 | |
| 熱交換器材質 | | アルミニウムフィン、銅管 | | | |
| 最高使用圧力(MPa) | | 1 | | | |
| 騒音レベル(dB(A)) | ファン低速 | 27 | | | |
| | ファン中速 | 38 | | | |
| | ファン高速 | 47 | | | |
| 外径寸法: W×H×D(mm) | | 530x565x148 | 770x565x148 | 940x565x148 | |
| 質量(kg) | | 21.0 | 23.6 | 27.7 | |
| 外装材質 | | ガラスカバー前面: 強化ガラス ガラスカバー上面及び側面: 軟鋼+白塗装 背面及び底面: 軟鋼+溶融亜鉛めっき被膜 フィルター: ポリプロピレン、ナイロンメッシュ | | | |
| 製造国 | | アイルランド | | | |

※1 定格冷房能力は以下の条件での値

| | |
|--------------|----|
| 入口空気乾球温度(°C) | 27 |
| 入口空気湿球温度(°C) | 19 |
| 入口水温(°C) | 7 |
| 水温上昇(K) | 5 |
| ファン速 | 中速 |

上記の条件で運転した際の通水量を定格通水量とする。
 上記の条件で運転した際の圧力損失を定格圧力損失とする。

※2 定格暖房能力は以下の条件での値

| | |
|--------------|-------|
| 入口空気乾球温度(°C) | 20 |
| 入口水温(°C) | 60 |
| ファン速 | 中速 |
| 通水量 (ℓ/min) | 定格通水量 |

※3 消費電力・運転電流は、ファン速=中速での値

(5) 冷温水パネルヒーター (サンポット製 CSH-840V)

本パネルヒーターは冷暖房兼用で、最下部には冷房時のドレン受けが付いている。

表 3-5 冷温水パネルヒーターの仕様

■仕様表

| | 設置方式 | 壁掛型 | | |
|------------|--|---|----------|----------|
| | 型式名 | CSH-600V | CSH-720V | CSH-840V |
| 暖房能力 W | 23deg ※1 | 489 | 562 | 659 |
| | 28deg ※1 | 612 | 733 | 860 |
| 冷房能力 | W ※2 | 469 | 541 | 637 |
| 標準通水量 | L/min | 2.0 | 2.0 | 2.4 |
| 水頭損失 | kPa | 1.36 | 1.62 | 2.43 |
| | (mmAq) | (139) | (165) | (248) |
| 保有水量 | L | 12.1 | 14.5 | 16.9 |
| 配管接続口 | 入口 | GF10 メス | | |
| | 出口 | GF10 メス | | |
| 高さ | mm | 1800 | 1800 | 1800 |
| 幅 | mm | 605 | 725 | 845 |
| 奥行 | mm | 51 | 51 | 51 |
| 製品重量 | kg | 23.4 | 27.3 | 31.2 |
| 外装仕上げ | アクリルカチオン電着塗装 | | | |
| 熱交換器 | パイプ構造熱交換器 | | | |
| 最高使用圧力 | 0.5MPa (5.0kgf/cm ²) | | | |
| 使用温度 | 温水100℃以下 | | | |
| 温冷風吹出し形状 | 自然対流式 | | | |
| 熱交換器仕様 | 放熱管ピッチ | 銅管配列ピッチ:40mm(縦配列) | | |
| | 放熱管本数(列数) | 15本 | 18本 | 21本 |
| | 有効放熱管本数(列数) | 15本 | 18本 | 21本 |
| | ダミー管本数(列数) | 0本 | 0本 | 0本 |
| 放熱管 | 銅管(JIS H 3300:C1220T): φ25.4mm × 1.0mm | | | |
| ヘッダー管 | アルブラック管(JIS H 3300:C6871T): φ25.4mm × 12.4mm | | | |
| 関連部品 | 名称 | ドレンパン部材セット | | |
| | 型番 | DRP-600V | DRP-720V | DRP-840V |
| | 部品内容 | 本体取付けブラケット、上部ドレン受け、ドレン排水受け、ドレンパン用ブラケット、ドレンパン化粧カバー、ドレンパン、浮防止金具、ソフトキャップ、ドレンパン皿他 | | |
| カラーバリエーション | A-1031(日塗工 BN90) | | | |

※1印は、平均温水温度と室温との差を示します。

※2印は、室内温度27℃、室内相対湿度45%、冷水温度7℃の条件時における冷房能力です。

(6) パネルコンベクター (コロナ製 UP-1623KD-W)

表 3-6 パネルコンベクターの仕様

| 形 式 名 | | UP-1623KD-W | |
|---------------------|---------------------|-------------------------------|-------------------|
| 設 置 方 式 | | 壁掛床置兼用型 | |
| 暖房能力 kW (Kcal/h) | 60deg※ ¹ | 2.72 (2,340) | |
| | 55deg※ ¹ | 2.42 (2,085) | |
| | 50deg※ ¹ | 2.13 (1,835) | |
| | 40deg※ ¹ | 1.59 (1,370) | |
| 標準通水量 | L/min | 4.0 | |
| 損失水頭 | 単管式※ ² | kPa | 5.070 (4L/min通水時) |
| | 複管式※ ² | kPa | 9.032 (4L/min通水時) |
| 保有水量 | L | 2.22 | |
| 接 続 口 径 | | R 1/2 (15Aメネジ) | |
| 外形寸法 | 高さ | mm | 320 |
| | 幅 | mm | 1,600 |
| | 奥行 | mm | 125 |
| 製品質量 | Kg | 18.5 | |
| 外 装 仕 上 (色相) | | ホワイト | |
| 最高使用温度 | °C | 95°C以下 | |
| 最高使用圧力 | MPa | 0.49 (5Kg f/cm ²) | |
| 使 用 液 体 | | 専用循環液・専用補充液 | |
| 付 属 部 品 | | 壁掛金具 (2個) | |
| | | ネジ (4本) | |
| | | 複管用アダプタ (銅管) | |

※¹ 印は、平均温水温度と室温との差を示します。

※² 印は、放熱機内に標準通水量が流れる時、単管式の場合シングルバルブ・複管式の場合複管用ハーフを取付けた時の値です。シングルバルブは、複管方式で使用した時の値です。

(7) 床暖房設備

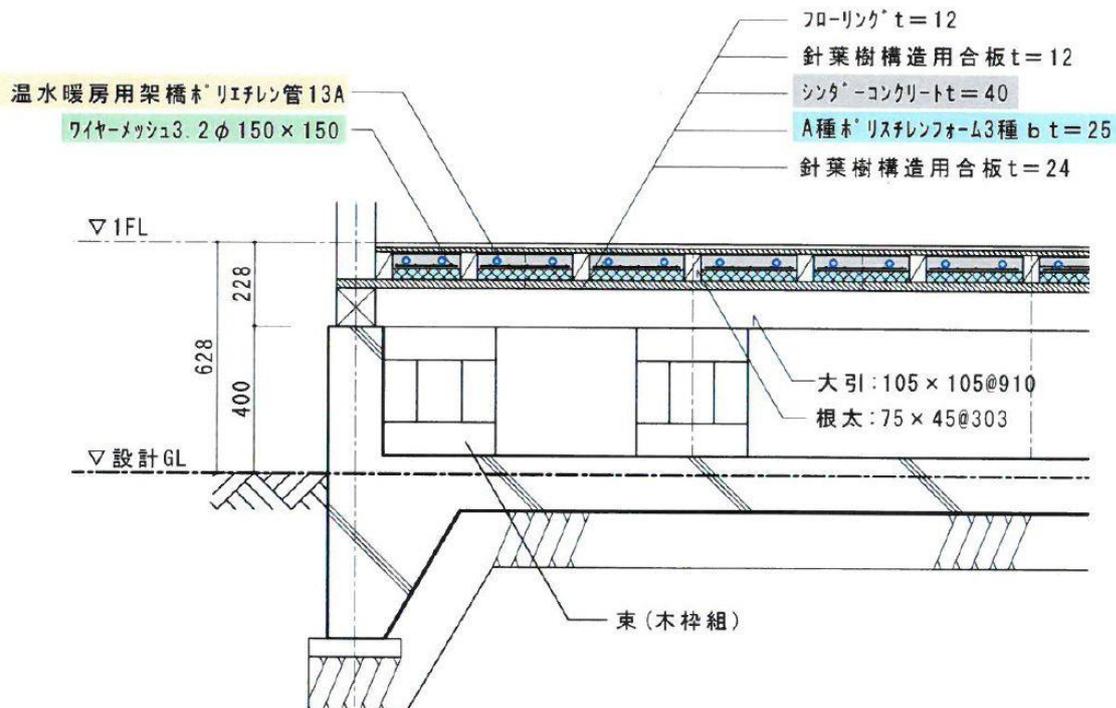


図 3-9 床暖房の詳細図 (断面図)

3.5 実証対象技術の写真

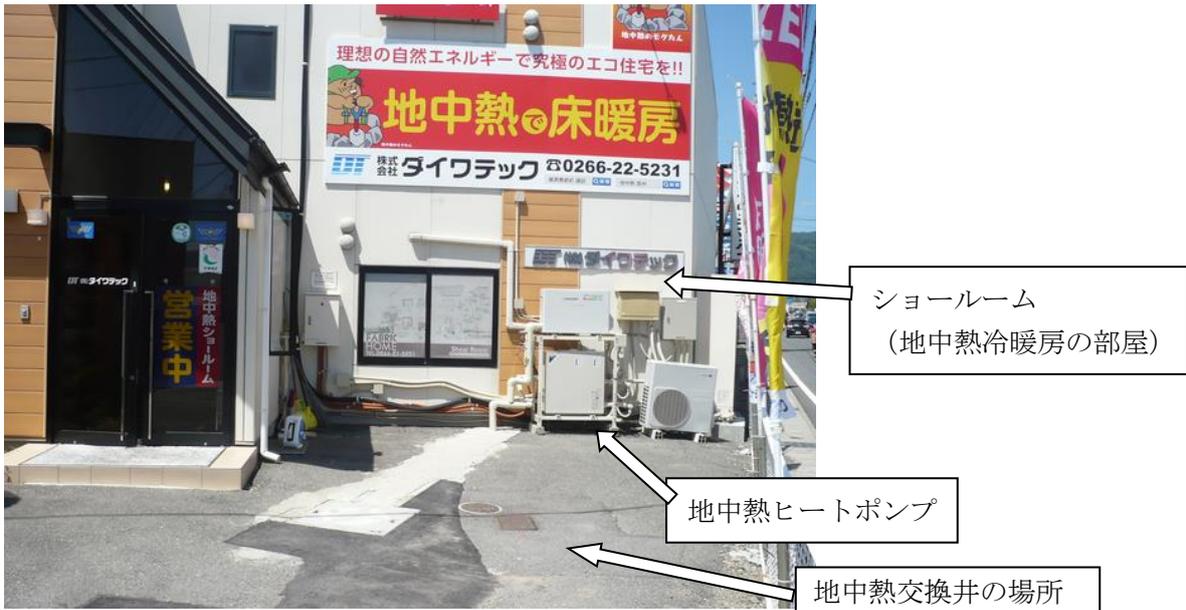


写真 3-1 全景

(地中熱利用以外の空調設備は使っていない。)



写真 3-2 地中熱用ヒートポンプ GSHP-0630

地中熱ヒートポンプ



写真 3-3 室内機の全景

- パネルヒーター
(冷暖房兼用)
- パネルコンベクター
(暖房のみ)
- ファンコイルユニット
(冷暖房兼用)
- 床暖房
(暖房のみ)

(地中熱利用以外の空調設備は使っていない。)



写真 3-4 床暖房のパイプ見本と床下の配管



写真 3-5 室内機配管の分岐ヘッダー



写真 3-6 制御と表示版

(参考情報)

| 項目 | | 実証申請者または開発者 記入欄 | | |
|--------------------------|------------|--|------------|--------------------------|
| 実証対象技術名 | | 長野県岡谷市の株式会社ダイワテック本社における地中熱利用冷暖房システム | | |
| 製品名・型番 | | 地中熱利用冷暖房システム | | |
| 製造(販売)企業名 | | 株式会社ダイワテック | | |
| 連絡先 | TEL/FAX | TEL0266-22-5231 FAX0266-22-7961 | | |
| | ウェブサイトアドレス | http://daiwa-tech.co.jp/ | | |
| | E-mail | info@daiwa-tech.co.jp | | |
| 設置条件 | | 地中熱交換井を掘削できればどこでも設置可能です。 既存井戸の利用も可能です。 室内の冷暖房の機器は利用建物に合わせて、床暖房、パネルヒーター、ファンコイルなどいろいろ選択できます。 | | |
| メンテナンスの必要性・コスト・耐候性・製品寿命等 | | 一般的には特別なメンテナンスはほとんど必要ありませんが、機器は3年に1度程度の点検をお勧めします。蓄熱式床暖房の配管には、錆びや腐食の少ない架橋ポリエチレン管を使用しており、メンテナンスフリーです。一部使用機器の耐用年数は10~15年です。 | | |
| 施工性 | | 新築、リフォームを問わず施工ができ、室内側の機器も自由に選択できるので、お客様の要望に合った冷暖房システムが構築可能です。 | | |
| コスト概算 | | | 数量 | 価格 |
| | | 地中熱交換井掘削工事 | 1 式 | 950,000 円 |
| | | 配管工事、床暖施工費 ヒートポンプ、二次側機器 | 1 式 1 式 | 1,000,000 円 700,000 円 |

○ その他実証申請者または開発者からの情報

弊社は、経済的で、環境や健康にも配慮した地中熱利用冷暖房システム住宅の設計施工をしています。特許を取得した地中熱蓄熱式床暖房は自然エネルギーと蓄熱材の組み合わせにより24時間暖かく、クリーンで低ランニングコストな暖房システムです。1階全面に施工することで、玄関先から家じゅうまるごとあたたかく、寒暖差がないのでヒートショックを防ぐことができるなど、安心して快適な床暖房です。

このページに示された情報は、技術広報のために実証申請者が自らの責任において申請した内容であり、環境省、及び実証機関は、内容に関して一切の責任を負いません。

4. 実証単位 (A) の試験の内容

実証単位(A)「システム全体」の試験では、実使用状況の建物で地中熱を利用した冷暖房を行い、表 4-1 の a から g の実証項目を測定して求め、地中熱を利用した冷暖房システムの省エネ効果や夏期のヒートアイランド抑制効果を実証するものである。

4.1 実証項目の内容

実証単位(A)は、表 4-1 のとおりシステム全体の実証項目及び実証単位(C)で構成される。

表 4-1 実証要領で規定されている実証項目

| | | 項目 | 内容 |
|--------------|---------------------|-----------------------|---|
| システム全体の実証項目 | 必須項目 | a. 冷房期間のシステムエネルギー効率 | 冷房期間における平均 COP |
| | | b. 冷房期間のシステム消費電力 | 冷房期間内の稼働時間における平均値 |
| | | c. 冷房期間の地中への排熱量 | 冷房期間内の稼働時間における平均値 |
| | 任意項目 | d. 試験期間の平均システムエネルギー効率 | 試験期間全体において算出した COP の平均値 (COP _{ETV}) |
| | | e. 暖房期間のシステムエネルギー効率 | 暖房期間における平均 COP |
| | | f. 暖房期間のシステム消費電力 | 暖房期間内の稼働時間における平均値 |
| | | g. 暖房期間の地中からの採熱量 | 暖房期間内の稼働時間における平均値 |
| 実証単位(C)の実証項目 | 地中熱交換部 | a. 地中熱交換井の熱抵抗 | 熱抵抗値[K/(W/m)] |
| | | b. 土壌部分の熱伝導率 | 熱伝導率[W/(m・K)] |
| | 熱媒循環部* ₁ | c. 熱伝導性 | 素材の熱伝導率[W/(m・K)] |
| | | d. 耐腐食性 | — |
| | | e. 耐圧性 | 耐圧力[MPa] (温度条件も併せて示す) |
| | 熱媒* ₁ | f. 腐食性 | — |
| | | g. 粘性 | 粘性率[Pa・s] |
| | | h. 比重 | [g/cm ³] |
| | | i. 比熱 | [J/(kg・K)] |
| | | j. 引火性 | — |
| | | k. 毒性 | — |
| l. 生分解性/残留性 | — | | |

*1：これらの性能は、カタログ等の既存資料の確認によって示す場合は、参考項目として取り扱われる。

4.2 実証方法

(1) 実証単位(A)の実証方法

実証要領 p. 21 には、「表 5 当要領で示すシステムの種類」として、標準的なシステムのタイプが示されている。

(表 5) 当要領で示すシステムの種類

| | 熱源 | ヒートポンプサイクル |
|-----|-------|------------|
| (1) | 地中熱源 | 間接式 |
| (2) | 地中熱源 | 直膨式 |
| (3) | 下水等熱源 | 間接式 |
| (4) | 下水等熱源 | 直膨式 |

株式会社ダイワテック申請の本実証対象技術は、表 5 の「(1) 地中熱源×間接式」である。

「(1) 地中熱源×間接式」の実証試験方法は、実証要領の p. 22～24 に次のように記載されている。

***** 実証要領 p. 22～24 より引用

(1) 地中熱源×間接式の場合

①測定箇所

間接式は、ヒートポンプ・室内間の熱の輸送を、熱媒を通して行う方式である。ヒートポンプ・室内間の熱輸送量を測定することで、ヒートポンプが生成した熱量を求めることができる。

- 間接式における測定箇所を図 1 に示す。図中に示された各測定点の内容は、以下の通りである。

$T_{1次側-1}$: 1 次側熱媒入口温度[°C]

$T_{1次側-2}$: 1 次側熱媒出口温度[°C]

$T_{2次側-1}$: 2 次側熱媒入口温度[°C]

$T_{2次側-2}$: 2 次側熱媒出口温度[°C]

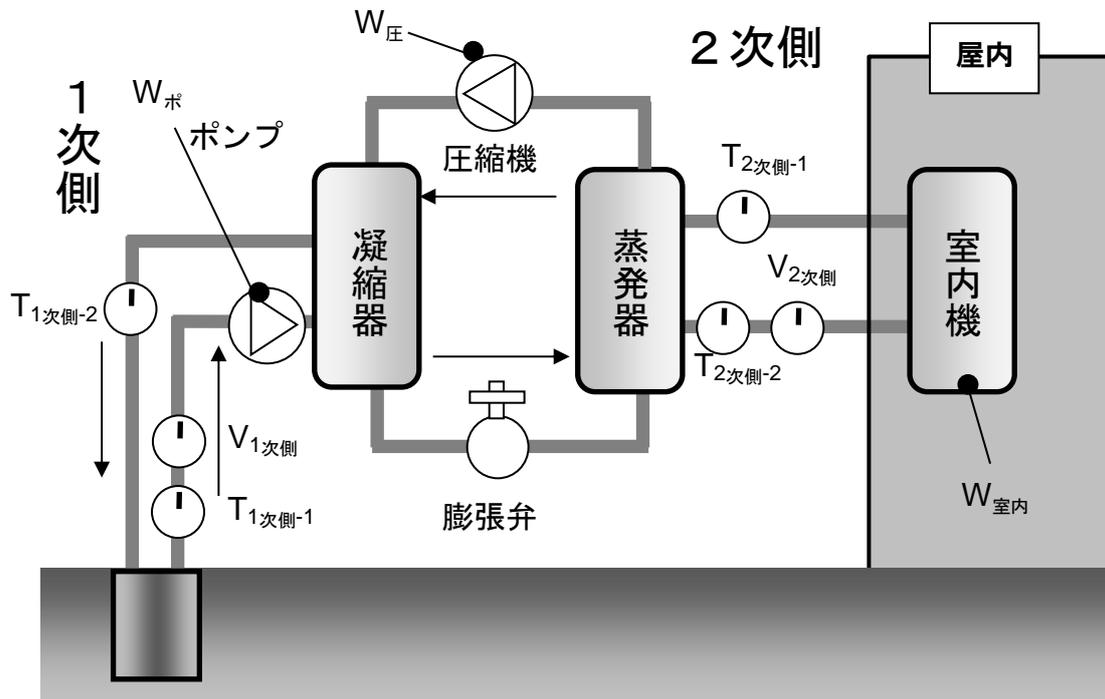
$V_{1次側}$: 1 次側熱媒流量[cm³/s]

$V_{2次側}$: 2 次側熱媒流量[cm³/s]

$W_{圧}$: 圧縮機の消費電力[W]

$W_{ボ}$: 熱媒ポンプ等の消費電力[W] (カタログ値も許容)

$W_{室内}$: 室内機の消費電力[W]



(図 1) システム全体の实証における測定箇所 (間接式の場合)

②実証項目の算出

システムエネルギー効率に関して

2次側の熱媒流量測定が可能な場合と困難な場合が考えられるため、それぞれの場合における測定期間中の生成熱量の算出方法を示す。なお、いずれも空調運転時の値とする。

$$\text{システムCOP}[-] = \frac{\text{測定期間中の生成熱量の総和[Wh]}}{\text{測定期間中のシステム消費電力量の総和[Wh]}} \quad (1)$$

- 測定期間中のシステム消費電力量の総和 (室内機を除く) [Wh]

$$= \sum_{\text{試験期間}} (W_{\text{圧}} + W_{\text{ボ}}) \quad (2)$$

- 測定期間中のシステム消費電力量の総和 (室内機を含む) [Wh]

$$= \sum_{\text{試験期間}} (W_{\text{圧}} + W_{\text{ボ}} + W_{\text{室内}}) \quad (3)$$

- 測定期間中の生成熱量の総和[Wh]

➤ 2次側の熱媒から算出する場合

測定期間中の生成熱量の総和[Wh]

$$= \sum_{\text{試験期間}} |T_{2\text{次側-1}} - T_{2\text{次側-2}}| \cdot V_{2\text{次側}} \cdot c \cdot \rho \quad (4)$$

- 2次側の測定をせず、1次側の熱媒のみから算出する場合¹
 測定期間中の生成熱量の総和[Wh]

$$= \sum_{\text{試験期間中の暖房期間}} (|T_{1\text{次側-1}} - T_{1\text{次側-2}}| \cdot V_{1\text{次側}} \cdot c \cdot \rho + W_{\text{圧}}) \\
 + \sum_{\text{試験期間中の冷房期間}} (|T_{1\text{次側-1}} - T_{1\text{次側-2}}| \cdot V_{1\text{次側}} \cdot c \cdot \rho - W_{\text{圧}}) \quad (5)$$

c : 熱媒の比熱[J/g・K]
 ρ : 熱媒の比重[g/cm³]

システム消費電力に関して

$$\text{測定期間中のシステム消費電力平均値[W]}^2 = E_{\text{試験期間}} (W_{\text{圧}} + W_{\text{ボ}}) \quad (6)$$

地中への排熱量に関して

- 2次側の熱媒流量を測定する場合
 冷房期間中の地中への平均排熱量[W]

$$= E_{\text{冷房期間}} (|T_{2\text{次側-1}} - T_{2\text{次側-2}}| \cdot V_{2\text{次側}} \cdot c \cdot \rho + W_{\text{圧}}) \quad (7)$$

- 1次側の熱媒流量を測定する場合
 冷房期間中の地中への平均排熱量[W]

$$= E_{\text{冷房期間}} (|T_{1\text{次側-1}} - T_{1\text{次側-2}}| \cdot V_{1\text{次側}} \cdot c \cdot \rho) \quad (8)$$

¹ ヒートポンプまわりの熱媒管等における熱損失がほぼ無視できると実証機関が判断する場合のみ、この方法による算出を認める。

² E : 平均を表す。

4.3 実証試験の測定項目

(1) 測定項目、測定位置、計測器

実証単位(A)の試験に使用する計測器の配置を図 4-1 に示す。また、測定項目と測定機器を表 4-2 に示す。

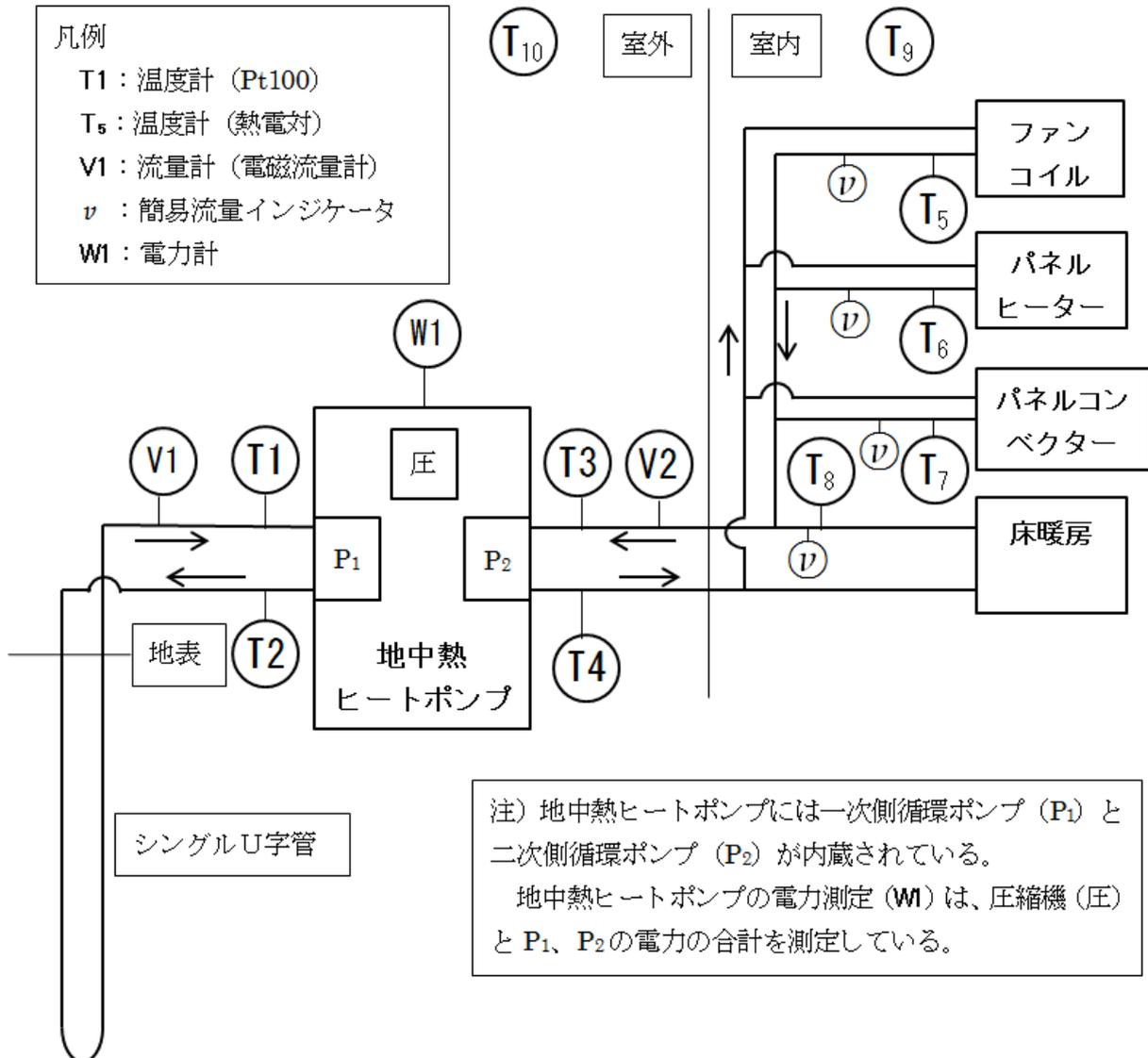


図 4-1 測定位置

「W1 地中熱ヒートポンプ消費電力」は、ヒートポンプに内蔵されている圧縮機、一次側循環ポンプ、二次側循環ポンプの消費電力の合計である。そのため、各循環ポンプのそれぞれの消費電力は、各循環ポンプのみを運転した状態で実測して把握することとした。

二次側の冷暖房機器は4種類ありヘッダーで並列に接続されているが、「T3 地中熱ヒートポンプ二次側熱媒入口温度」、「T4 地中熱ヒートポンプ二次側熱媒出口温度」、「V2 地中熱ヒートポンプ二次側熱媒流量」は、ヒートポンプの二次側出口の近く (ヘッダーで4つに分岐する前) で、二次側熱媒として一括して必須測定項目を所要の精度で測定している。

なお、二次側の各冷暖房機器には簡易流量インジケータを付けて各機器ごとの大まかな流量を把握できるようにしてあるが、精度はごく低いので、そのデータは参考程度とした。

表 4-2 測定項目と測定機器

| | 記号 | 測定項目 | 仕様、精度 | メーカー ・型式 | メーカー出 荷時期 | 校正 有無 |
|----------------|-----------------|------------------------|---|-------------------|--------------|----------|
| 必須 測定 項目 | T1 | 地中熱ヒートポンプ 一次側熱媒入口温度 | Pt100 クラス A $\pm (0.15 + 0.002 \times t) ^\circ\text{C}$ | (株)八洲測器 YP210 | 2017年6月 | 無 |
| | T2 | 地中熱ヒートポンプ 一次側熱媒出口温度 | Pt100 クラス A $\pm (0.15 + 0.002 \times t) ^\circ\text{C}$ | (株)八洲測器 YP210 | 2017年6月 | 無 |
| | T3 | 地中熱ヒートポンプ 二次側熱媒入口温度 | Pt100 クラス A $\pm (0.15 + 0.002 \times t) ^\circ\text{C}$ | (株)八洲測器 YP210 | 2017年6月 | 無 |
| | T4 | 地中熱ヒートポンプ 二次側熱媒出口温度 | Pt100 クラス A $\pm (0.15 + 0.002 \times t) ^\circ\text{C}$ | (株)八洲測器 YP210 | 2017年6月 | 無 |
| | V1 | 地中熱ヒートポンプ 一次側熱媒流量 | 電磁流量計 20A 用 DC4-20mA 出力 応答時間 10S : 1.0FS% | キーエンス FD-M50AY | 2017年6月 | 無 |
| | V2 | 地中熱ヒートポンプ 二次側熱媒流量 | 電磁流量計 20A 用 DC4-20mA 出力 応答時間 10S : 1.0FS% | キーエンス FD-M50AY | 2017年6月 | 無 |
| | W1 | 地中熱ヒートポンプ 消費電力 | 瞬時・積算電力 | パナソニック KW4M | 2017年6月 | 無 |
| 任意 測定 項目 | T ₅ | ファンコイル 出口温度 | T型被覆熱電対線クラス 2 $\pm 1.0^\circ\text{C}$ | 二宮電線工 業(株) | 2017年6月 | 無 |
| | T ₆ | パネルヒーター 出口温度 | T型被覆熱電対線クラス 2 $\pm 1.0^\circ\text{C}$ | 二宮電線工 業(株) | 2017年6月 | 無 |
| | T ₇ | パネルコンベクター 出口温度 | T型被覆熱電対線クラス 2 $\pm 1.0^\circ\text{C}$ | 二宮電線工 業(株) | 2017年6月 | 無 |
| | T ₈ | 床暖房 出口温度 | T型被覆熱電対線クラス 2 $\pm 1.0^\circ\text{C}$ | 二宮電線工 業(株) | 2017年6月 | 無 |
| | T ₉ | 室内温度 | T型被覆熱電対線クラス 2 $\pm 1.0^\circ\text{C}$ | 二宮電線工 業(株) | 2017年6月 | 無 |
| | T ₁₀ | 室外温度 | T型被覆熱電対線クラス 2 $\pm 1.0^\circ\text{C}$ | 二宮電線工 業(株) | 2017年6月 | 無 |
| | v | 二次側各機器毎の熱媒流量 | 簡易流量インジケータ | (株)コロナ USA-N24 | | |
| | | データロガー | | グラフテック GL840 | 2017年6月 | — |

これらの測定機器のうち ETV の実証項目の必須測定項目に関する計測機器の精度と検定の有効期限（メーカーの出荷時期または検定期間）は、全て実証要領の規定を満たしている。

これらの測定項目は全て 1 分毎に計測して記録した。

4.4 試験の目標値

1) 「目標値」「比較対象技術」について

「目標値」は、実証申請者が試験開始前に自ら提示した実証対象技術の性能を示す情報であり、試験によって示す性能値の目安となるものである。目標値とすべき性能の項目や目標値の数値は公的に定められた性能基準等ではなく、試験で目標値を達成しなければならないというものではない。

「比較対象技術」は、実証対象技術の性能の優劣を示す比較対象となる、従来からある類似の技術のことで、実証申請者が自ら提示したものである。

2) 目標値

目標項目：ヒートアイランド現象の緩和効果

目標値：平均的な夏の気象条件で通常の運転をした場合の7～8月の緩和効果の平均値が5kWh/日程度以上。

5kWh/日とした理由は次のとおり。ヒートアイランド現象の緩和効果はほぼ地中への排熱量に相当する。定格温度条件で部分負荷率20%で運転した場合の地中への排熱量は1.38kWhとなるが、当地は夏は涼しく冷房はかなり弱くてすむので、地中への平均排熱量が1kWhで一日5時間運転した場合の排熱量として5kWh/日を設定した。

ただし、「平均的な夏の気象条件で通常の運転をした場合」のデータと条件の妥当性は、測定解析結果を踏まえて技術実証検討会で審議判定することとした。

3) 比較対象技術

空気熱源ヒートポンプとした。

4) 計算方法

環境省の「地中熱利用にあたってのガイドライン 改定増補版」(H.30.3.23.公表)のp.141の計算方法による。すなわち、地中熱ヒートポンプと同じ生成熱量を空気熱源ヒートポンプで得た場合の空気熱源ヒートポンプの大気中への排熱量を「ヒートアイランド現象の緩和効果」としている。つまり、空気熱源ヒートポンプなら外気中に排出したはずの排熱は地中熱ヒートポンプでは外気中に排出されないため、この排熱量を「ヒートアイランド現象の緩和効果」とするものである。

4.5 試験実施施設の運用状況および試験の実施日程

試験実施施設の空調システムの運用状況と、試験期間、計測状況を表4-3と図4-2に示す。

表 4-3 試験実施施設の空調システムの運用状況と試験期間

| | |
|----------|---|
| 試験期間 | 試験期間：平成30年7月12日～平成31年2月3日 ・冷房期間：平成30年7月12日～平成30年9月11日（冷房終了日まで） ・暖房期間：平成30年9月12日（暖房開始日）～平成31年2月3日 |
| 試験時の使用状況 | 空調システムの使用状況 (1) 冷房期間 1) 冷房期間は、二次側機器はパネルヒーターとファンコイルのみを使用した。 2) 8月11日～20日は終日運転していないが、11～16日は盆休みのため、17～20日は気温が冷涼のためである。 (2) 暖房期間 |

| | |
|--|---|
| | <p>1) 9月12日に気温低下のため暖房運転を開始したためこの日から暖房期間とした。</p> <p>2) 暖房期間の二次側機器の運転は、9月12日から10月30日までは床暖房のみを運転、10月31日からはパネルヒータを、11月1日からはさらにファンコイルとパネルヒータも運転開始した。</p> |
|--|---|

| | 平成 30 年 | | | | | | 平成 31 年 | |
|------|---------|-----|--------|------|------|------|---------|-------|
| | 7 月 | 8 月 | 9 月 | 10 月 | 11 月 | 12 月 | 1 月 | 2 月 |
| 試験期間 | 7/12 ← | | | | | | | → 2/3 |
| 冷房期間 | 7/12 ← | | → 9/11 | | | | | |
| 暖房期間 | | | 9/12 ← | | | | | → 2/3 |

図 4-2 試験実施日程線図

4.6 各実証項目の整理解析方法、表示方法

計測されたデータの解析は、実証要領の規定に基づき実施した。

以下に、データの詳細説明、整理解析方法、表示方法を示す。この項の説明は、表 5-3 試験結果総括表の順序に従い記載する。文中の①、②、③などの数字は表 5-3 試験結果総括表の①、②、③などに対応する。

以下には冷房期間の解析例を主に示すが、暖房期間の解析も同様である。

(1) 期間・日数

1) 冷房期間

実証要領には「7月中を開始日、9月末を終了日」と規定している。本実証試験では、平成30年7月12日に開催された第1回技術実証検討会において実証計画書が承認されたので、当日7月12日を冷房期間の開始日とした。冷房期間の終了日は冷房運転の終了した9月11日とした。これは、試験の現地は冷涼地であり、この年は秋の到来が早く9月12日から暖房運転に切り替えたため、冷房期間が短くなったものである。

2) 暖房期間

実証要領には暖房期間開始日の具体的な規定はないので、実際に暖房を開始した9月12日を暖房期間開始日とした。暖房期間の終了日は、ETVとしての測定を終了した2月3日とした。

3) 期間全体

実証要領には「7月中を開始日、2月中を終了日とする」と規定されているので、7月12日を開始日、2月3日を終了日とした。

4) 各測定期間の日数 (①)

各測定期間の暦日数から欠測日数を引いたものであり、①はその日数である。なお、試験期間の全期間で欠測はなかった。

5) 各測定期間の時間数 (②)

各測定期間の時間数 = (各測定期間の日数①) × 24 時間

6) 圧縮機の運転時間の積算 (③)

圧縮機の消費電力量を実測しているため、消費電力量が出ている時間で運転時間を把握した。

7) 稼働率 (④)

$$1 \text{ 日の稼働率}[\%] = \frac{\text{圧縮機の運転時間の積算}[\text{h}]}{24[\text{h}]} \times 100$$

冷房期間、暖房期間の稼働率は、それぞれの期間において、③÷②として算出した。

(2) 消費電力量の解析

1) ヒートポンプの消費電力 (W₁)

ヒートポンプ本体には1次側循環ポンプ、2次側循環ポンプが内蔵されており、ヒートポンプ消費電力の測定器は、圧縮機、1次側循環ポンプ、2次側循環ポンプの合計の消費電力を測定している。各循環ポンプの消費電力は実測の結果から、一次側循環ポンプは0.10kW、二次側循環ポンプは0.09kWである。

2) 圧縮機の消費電力量 (⑤、⑥)

圧縮機の消費電力量は、ヒートポンプの消費電力量から1次側、2次側の循環ポンプの消費電力量を引いた値として算出した。

期間中の総和(⑤)は、ヒートポンプの消費電力の実測値から循環ポンプ分を引いて算出した。

時間平均値(⑥)は、⑥=⑤÷③である。

3) 圧縮機+1次側循環ポンプ+2次側循環ポンプの消費電力量 (⑦、⑧)

この消費電力量は、実測した地中熱ヒートポンプの消費電力量(W₁)である。

時間平均値(⑧)は、⑧=⑦÷③である。

(3) 熱量

1) 2次側冷暖房生成熱量 (⑨、⑩)

2次側冷暖房生成熱量は、測定されたヒートポンプ2次側熱媒の出入口温度および流量をもとに算出した。

冷房期間の2次側生成熱量、暖房期間の2次側生成熱量は、

$$\{(T_3 - T_4) \cdot V_2 \cdot c \cdot \rho\} \text{ である。}$$

V₂は2次側熱媒流量計の測定値である。

これらの計算値から、期間中の総和と、時間平均値を算出した。

なお、cは熱媒の比熱であり、ρは熱媒の比重である。

2) 冷房期間の地中への排熱量 (⑪、⑫)

冷房期間の地中への排熱量は、次の式で算出した。

$$(T_2 - T_1) \cdot V_1 \cdot c \cdot \rho$$

3) 暖房期間の地中からの採熱量 (⑬、⑭)

暖房期間の地中からの採熱量は、次の式で算出した。

$$(T_1 - T_2) \cdot V_1 \cdot c \cdot \rho$$

(4) 部分負荷率 (15)

部分負荷率の算出は、実証要領 (p.20) に、次のように規定されている。

$$\text{部分負荷率}[\%] = \frac{\text{システムにおける生成熱量}[W]}{\text{システムにおける定格能力}[W]} \times 100$$

冷房期間のシステムの定格能力は 5.4kW、暖房期間のシステムの定格能力は 5.5kW である。

冷房期間の及び暖房期間のシステムの生成熱量は⑩である。

したがって、

冷房期間の部分負荷率は、⑮ = ⑩ / 5.4 である。

暖房期間の部分負荷率は、⑮ = ⑩ / 5.5 である。

(5) エネルギー効率 (試験期間平均 COP : COP_{ETV}、システム COP_{ETV}) (16、17)

この ETV 実証試験で示すエネルギー効率は試験期間平均の COP である。一般に年間の平均エネルギー効率は「通年エネルギー消費効率(APF)」として表示されるが、ETV の試験期間は 7 月～2 月までであり、APF という用語を使用して結果を表示すると誤解を招く恐れがある。そのため、ETV では試験期間平均 COP を COP_{ETV} と名付けて表示することになっている。

実証要領の p.23 の式(1) には、システムエネルギー効率として次の式が定められている。

$$\text{システム COP} = \frac{\text{測定期間中の生成熱量の総和}[Wh]}{\text{測定期間中のシステム消費電力量の総和}[Wh]}$$

この計算式により、「ヒートポンプ単独のエネルギー効率 (COP)」⑯、「ヒートポンプと 1 次側循環ポンプ+2 次側循環ポンプを含むシステムエネルギー効率 (SCOP)」⑰を算出した。

これらを COP_{ETV}、SCOP_{ETV}として示す。

1) ヒートポンプ単独のエネルギー効率 (COP_{ETV}) (16)

⑯ = ⑨ ÷ ⑤ である。

2) 冷房期間及び暖房期間のシステムエネルギー効率 (ヒートポンプ、1 次側循環ポンプ、2 次側循環ポンプを含むシステム SCOP_{ETV}) (17)

⑰ = ⑨ ÷ ⑦ である。

(6) ヒートアイランド現象の緩和効果 (18)

ヒートアイランド現象の緩和効果は、環境省の「地中熱利用にあたってのガイドライン 改定増補版」(H.30.3.23.公表) の p.141 の計算方法による。すなわち、地中熱ヒートポンプと同じ生成熱量を空気熱源ヒートポンプで得た場合の空気熱源ヒートポンプの大気中への排熱量を「ヒートアイランド現象の緩和効果」としており、空気熱源ヒートポンプの COP は 3.7 として計算することとなっている。

緩和効果 = 地中熱源ヒートポンプ生成熱量 + 空気熱源ヒートポンプの消費電力
= 地中熱源ヒートポンプ生成熱量 + (地中熱源ヒートポンプ生成熱量 ÷ 3.7)

すなわち、⑱ = ⑨ + (⑨ ÷ 3.7) である。

⑲ = ⑱ ÷ (冷房期間のヒートポンプの稼働日数)

5. 実証単位 (A) システム全体の試験の結果

5.1 試験結果 (システム全体の実証項目)

試験結果として、実証要領に定められたシステム全体の实証項目の試験結果を表 5-1 に示す。実証項目の算出過程の数値や示すことが望ましいとされている項目も含めた試験結果を総括表として表 5-3 に示す。

表 5-1 システム全体の实証項目試験結果の要約

| 項 目 | | 試験結果 | |
|-----------------|------|--|--------|
| システム全体の 実証項目 | 必須項目 | a. 冷房期間のシステムエネルギー効率 ^{※1} | 4.11 |
| | | b. 冷房期間のシステム消費電力 ^{※1} | 0.33kW |
| | | c. 冷房期間の地中への排熱量 | 1.76kW |
| | 任意項目 | d. 試験期間の平均システムエネルギー効率 ^{※1} SCOP _{ETV} ^{※2} | 3.35 |
| | | e. 暖房期間のシステムエネルギー効率 ^{※1} | 3.33 |
| | | f. 暖房期間のシステム消費電力 | 0.76kW |
| | | g. 暖房期間の地中からの採熱量 | 1.85kW |

※1 システムエネルギー効率やシステム消費電力は、[ヒートポンプの圧縮機+1次側循環ポンプ+2次側循環ポンプ]を含むものである。

※2 SCOP_{ETV}は、環境技術実証 (ETV) 事業で独自に定めたエネルギー効率の指標である。試験での実測値から算出した、試験期間中のシステムエネルギー効率の平均値である。

目標値達成の結果

試験の目標値は、平均的な夏の気象条件で通常の運転をした場合の7~8月の緩和効果の平均値が5kWh/日程度以上としたが、結果は11.4kWh/日となった。「平均的な夏の気象条件で通常の運転をした場合」の妥当性については、技術実証検討会で問題のないことが確認された。この結果、目標値は達成されている。

5.2 循環ポンプの消費電力の測定

(1) 測定方法

一次側、二次側の循環ポンプはヒートポンプに内蔵されているため、「地中熱ヒートポンプ消費電力(W1)」として測定できるのは圧縮機と一次側循環ポンプ、二次側循環ポンプの合計の消費電力である。そのため、各循環ポンプの消費電力は次のようにして測定した。

- 1) ヒートポンプのポンプスイッチ操作によって、圧縮機を止めて循環ポンプの単独運転をする。
- 2) 二次側機器の実際の使用組合せに従い、二次側ヘッダーのバルブの開閉をする。
- 3) 二次側機器の使用組合せごとに二次側循環ポンプの単独運転を行ない、消費電力と流量を測定記録した。
- 4) 一次側循環ポンプの単独運転をし、消費電力と流量を測定記録した。

(2) 測定結果

表 5-2 循環ポンプの消費電力の測定結果

| | | 試験のケース | | | |
|----------------|--------------|--------------------|-------------|-------------|-------------|
| | | 冷房時 | 暖房 1 | 暖房 2 | 冷暖共通 |
| 二次側循環ポンプ試験 | 二次側機器の使用 | バルブの開閉状況 (○：開、×：閉) | | | |
| | 床暖房 | × | ○ | ○ | |
| | パネルヒータ | ○ | × | ○ | |
| | ファンコイル | ○ | × | ○ | |
| | パネルコンベクタ | × | × | ○ | |
| | 消費電力[kW] | 0.09 | 0.09 | 0.09 | |
| 二次側流量[L/min] | 9.8 | 10.9 | 14.2 | | |
| 一次側循環ポンプ試験 | 消費電力[kW] | | | | 0.10 |
| | 一次側流量[L/min] | | | | 12.4 |
| | | | | | |
| (参考) 実運転時平均 | 二次側流量[L/min] | 8.2 | 10.3 | 14.0 | |
| | 一次側流量[L/min] | | | | 12.5 |

この結果から、二次側循環ポンプ消費電力は二次側機器の使用組合せに係らず 0.09kW、一次側循環ポンプ消費電力は 0.10 として、解析等の計算に用いた。

表 5-3 実証単位 (A) 冷暖房試験結果総括表 (ダイワテック)

| 項目 | | 単位 | 冷房期間 | 暖房期間 | 期間全体 | 計算式と注釈 | |
|---|---|-------------|---|--|--|-------------------|--------|
| 期間・日数 | 各試験期間 | — | 平成 30 年 7 月 12 日 ～ 平成 30 年 9 月 11 日 | 平成 30 年 9 月 12 日 ～ 平成 31 年 2 月 3 日 | 平成 30 年 7 月 12 日 ～ 平成 31 年 2 月 3 日 | — | |
| | 各測定期間の日数 | ① 日 | 62 | 145 | 207 | 暦日数 － 欠測日数 | |
| | 各測定期間の時間数 | ② 時間 | 1,488 | 3,480 | 4,968 | ②=①×24 | |
| | 圧縮機の運転時間の積算 | ③ 時間 | 234 | 2,065 | 2,299 | 実測値 | |
| | 各日稼働率の期間平均 | ④ % | 15.7 | 58.9 | 46.5 | ④=③÷② | |
| 消費電力量 | 圧縮機 | 期間中の総和 | ⑤ kWh | 31.6 | 1,180 | 1,212 | (本文参照) |
| | | 時間平均値 | ⑥ kW | 0.15 | 0.57 | 0.53 | ⑥=⑤÷③ |
| | 圧縮機+1 次側 循環ポンプ+2 次側循環ポンプ | 期間中の総和 | ⑦ kWh | 76.1 | 1,572 | 1,656 | (本文参照) |
| | | 時間平均値 | ⑧ kW | 0.33 | 0.76 | 0.72 | ⑧=⑦÷③ |
| 熱量 | 2 次側冷暖房生 成熱量 | 期間中の総和 | ⑨ kWh | 313 | 5,237 | 5,550 | (本文参照) |
| | | 時間平均値 | ⑩ kW | 1.34 | 2.54 | 2.41 | ⑩=⑨÷③ |
| | 冷房期間の地中 への排熱量 | 期間中の総和 | ⑪ kWh | 412 | — | — | (本文参照) |
| | | 時間平均値 | ⑫ kW | 1.76 | — | — | ⑫=⑪÷③ |
| | 暖房期間の地中 からの採熱量 | 期間中の総和 | ⑬ kWh | — | 3,823 | — | (本文参照) |
| | | 時間平均値 | ⑭ kW | — | 1.85 | — | ⑭=⑬÷③ |
| 部分負荷率 | — | ⑮ % | 25.0 | 45.6 | 40.7 | ⑩/5.4 ⑭/5.5 *2 | |
| エネルギー 効率 | ヒートポンプ単独のエネルギー 効率(COPE _{TV}) | ⑯ — | 9.91 | 4.44 | 4.58 | ⑯=⑨÷⑤ | |
| | 冷房及び暖房期間のシステムエ ネルギー効率(SCOPE _{TV}) (ヒー トポンプと(一次側+二次側)循 環ポンプを含む) | ⑰ — | 4.11 | 3.33 | 3.35 | ⑰=⑨÷⑦ | |
| ヒートアイランド現象の緩和効果 (空気熱源ヒートポンプ換算の排熱 量) | | ⑱ kWh | 398 | | | (本文参照) | |
| | | ⑲ kWh/ 日 | 11.4*4 | | | | |

*1 **太字下線**の数値は実証項目の必須項目、**太字**の数値は実証項目の任意項目、他は参考項目。

*2 部分負荷率の計算に用いた定格能力：冷房能力=5.4kW、暖房能力=5.5kW

*3 1次側循環ポンプの消費電力は0.1kW、2次側循環ポンプの消費電力は0.09kW。(一定値)。

*4 冷房期間のヒートポンプ稼働日数は35日 で、この間のヒートアイランド現象の緩和効果は398/35=11.4kWh/日となり、目標値は達成している。

5.3 試験期間中の日毎の二次側機器の使用状況と二次側熱媒出温度の設定の推移

この試験では、二次側機器の使用組合せや二次側熱媒出口温度の設定は、冷暖房をしているショールームの利用状況に応じて変化をさせた。その状況をグラフで示す。

なお、二次側機器は冷房時にはパネルヒータとファンコイルが利用可能、暖房時には4種類の全機種が利用可能である。

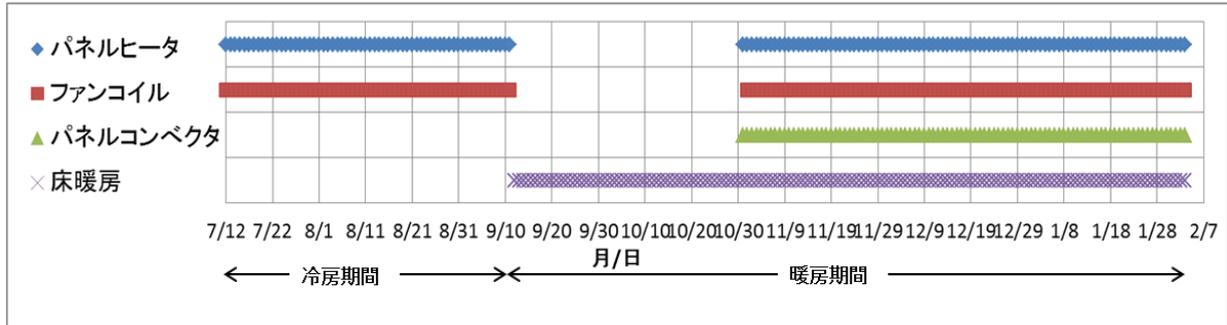
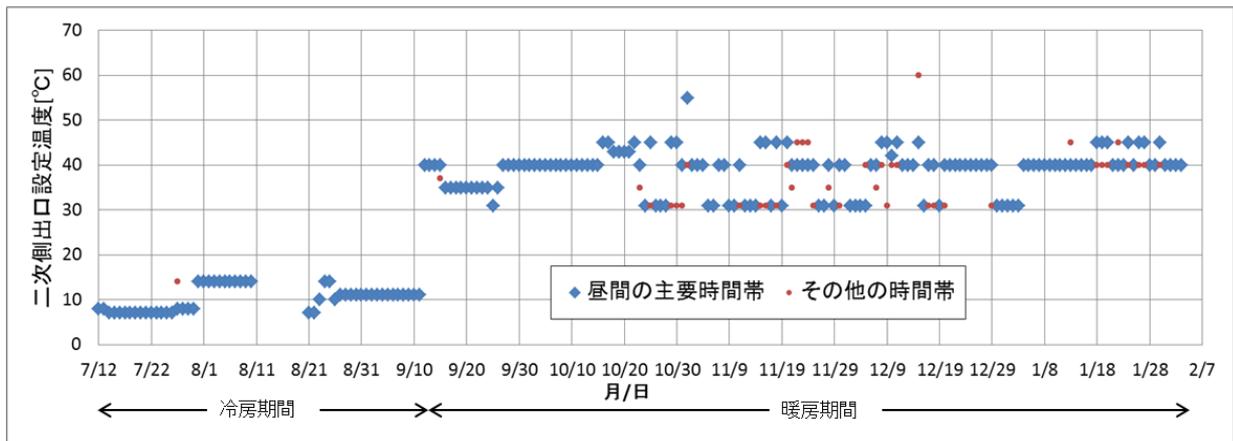


図 5-1 二次側機器の使用の組合せ状況

図 5-1 で分かるように、冷房期間はパネルヒータとファンコイルの二次側バルブを開にして運転した。暖房期間は、床暖房は9月12日～2月3日の全期間でバルブを開、パネルヒータは10月30日から開、パネルコンベクターとファンコイルは11月1日から開として運転した。

二次側熱媒の出口温度の設定状況を図 5-2 に示す。



グラフの凡例の説明

昼間の主要時間帯： 昼間の主要な時間帯での設定温度

その他の時間帯： 昼間の主要時間帯以外での設定温度や昼間の短時間での設定温度

一日のうちで温度設定を変更していない場合は ◆ のみ、温度設定を変更した場合は ◆ と ・ とで示した。

図 5-2 二次側熱媒出口温度の設定の推移

5.4 試験期間の各種項目の日ごとの平均値や総和の経時変化グラフ

試験期間中の各種測定項目及び算出項目の日ごとのデータの平均値や総和の経時変化を、図5-3(1)～5-3(13)に示す。なお、冷房期間は平成30年7月12日～9月11日、暖房期間は平成30年9月12日～平成31年2月3日である。

(1) 一次側・二次側の日積算熱量

- ・一次側熱量：一次側熱媒の出入口温度差と流量より算定した熱量 (kWh/day)
 この熱量は、冷房期間の地中への排熱量、暖房期間の地中からの採熱量に相当する。
- ・二次側熱量1：二次側熱媒の出入口温度差と流量より算出した熱量 (kWh/day)
 この熱量は、冷暖房に利用した熱量である。
- ・二次側熱量2：二次側熱量を(一次側熱量±HP電力量)として算出した熱量 (kWh/day)

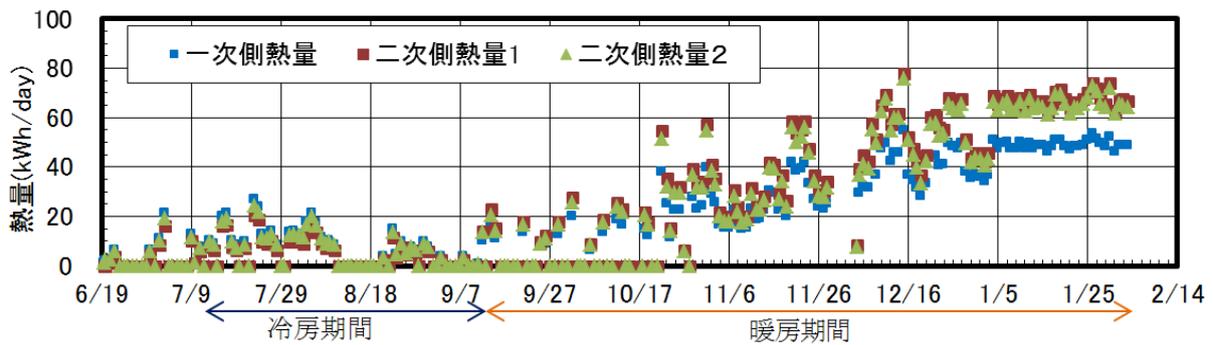


図 5-3(1) 一次側・二次側の日積算熱量 (絶対値)

(2) 日積算消費電力量

- ・HP：ヒートポンプ単体 (圧縮機のみ) の消費電力量
- ・一次側循環ポンプ：一次側循環ポンプの消費電力量。
- ・二次側循環ポンプ：二次側循環ポンプの消費電力量。

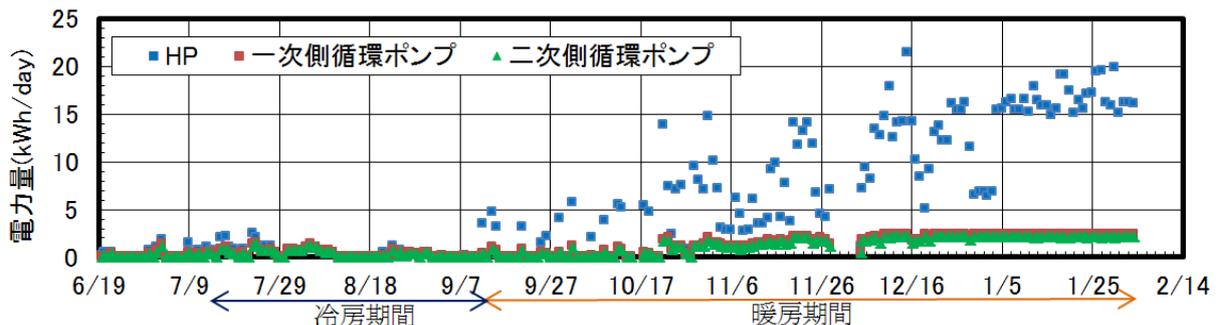


図 5-3(2) 日積算消費電力量

(3) エネルギー効率 (日平均)

- ・COP1：グラフ(1)の二次側熱量1 ÷ 圧縮機電力量 で算出したヒートポンプ単体のエネルギー効率
- ・COP2：グラフ(1)の二次側熱量2 ÷ 圧縮機電力量 で算出したヒートポンプ単体のエネルギー効率
- ・SCOP1：グラフ(1)の二次側熱量1 ÷ (圧縮機+一次側・二次側循環ポンプ) 電力量 で算出したシステム COP

・ SCOP2 : グラフ(1)の二次側熱量 2 ÷ (圧縮機+一次側・二次側循環ポンプ) 電力量 で算出したシステム COP

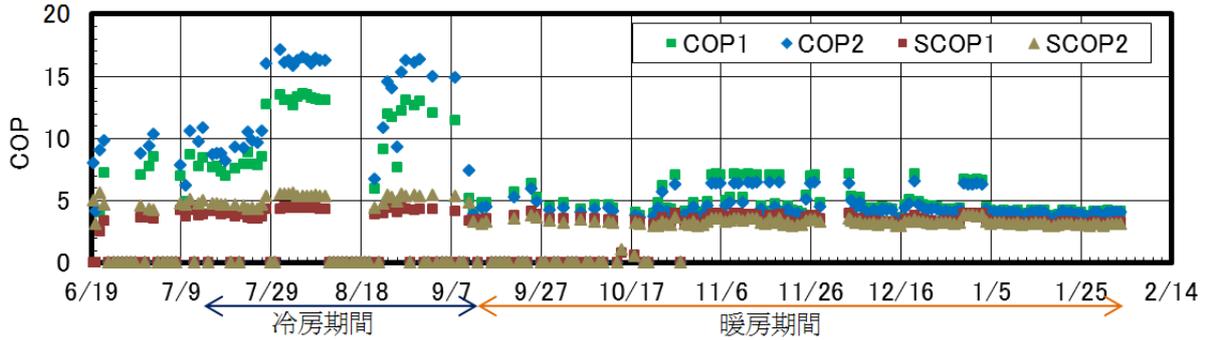


図 5-3(3) エネルギー効率 (日平均)

(4) 一次側熱媒、二次側熱媒流量

- ・ 一次側：ヒートポンプ稼働時の一次側熱媒流量の 1 日の平均値
- ・ 二次側：ヒートポンプ稼働時の二次側熱媒流量の 1 日の平均値

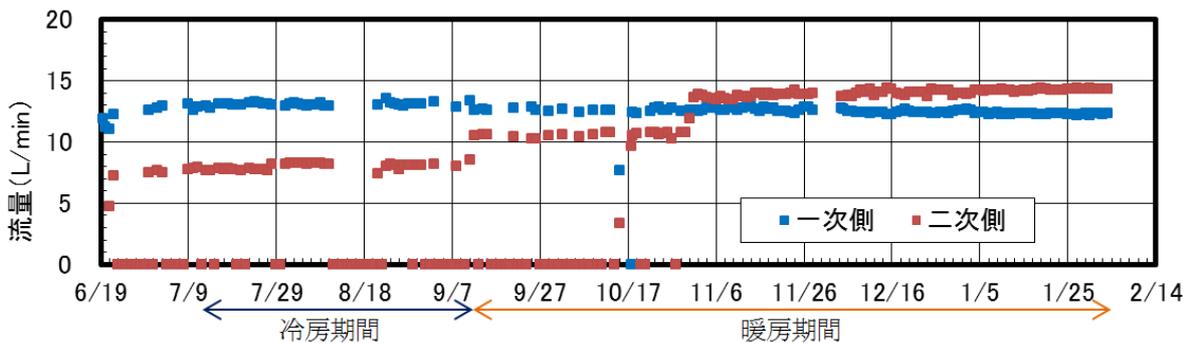


図 5-3(4) 一次側熱媒、二次側熱媒流量

(5) 外気温・室温

- ・ 外気温日平均： 現地で実測した外気温の日平均。
- ・ 平均室温： 冷暖房をしている部屋の室内気温の日平均。

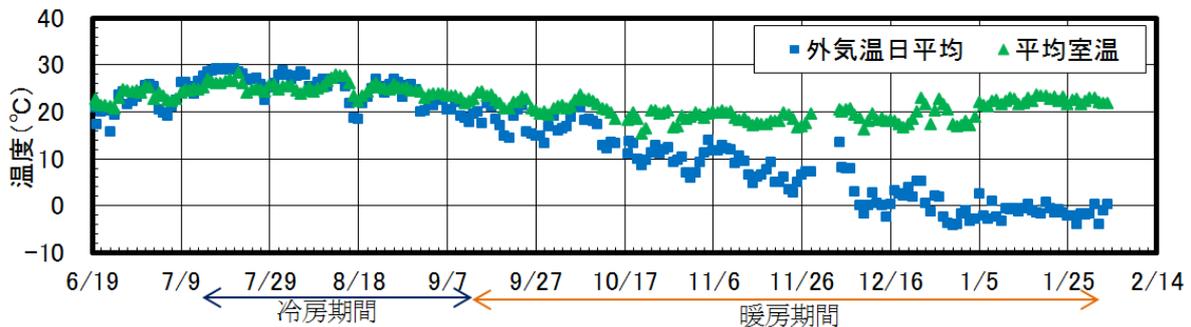


図 5-3(5) 外気温・室温

(6) 一次側熱媒温度、温度差

- ・ 入口温度： 一次側熱媒のヒートポンプへの入口温度の日平均値。
- ・ 出口温度： 一次側熱媒のヒートポンプからの出口温度の日平均値。

・温度差： 一次側の入口温度と出口温度との差の日平均値。

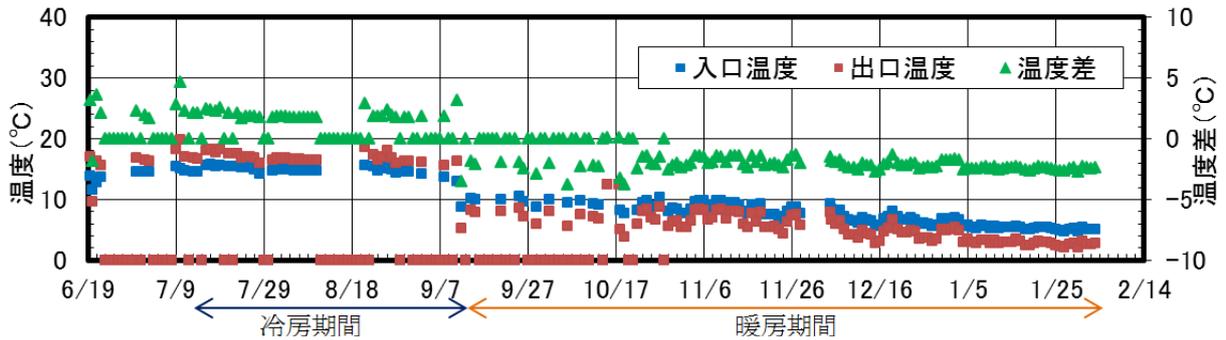


図 5-3(6) 一次側熱媒温度・温度差

(7) 二次側熱媒温度・温度差

- ・入口温度： 二次側熱媒のヒートポンプへの入口温度の日平均値。
- ・出口温度： 二次側熱媒のヒートポンプからの出口温度の日平均値。
- ・温度差： 二次側の入口温度と出口温度との差の日平均値。

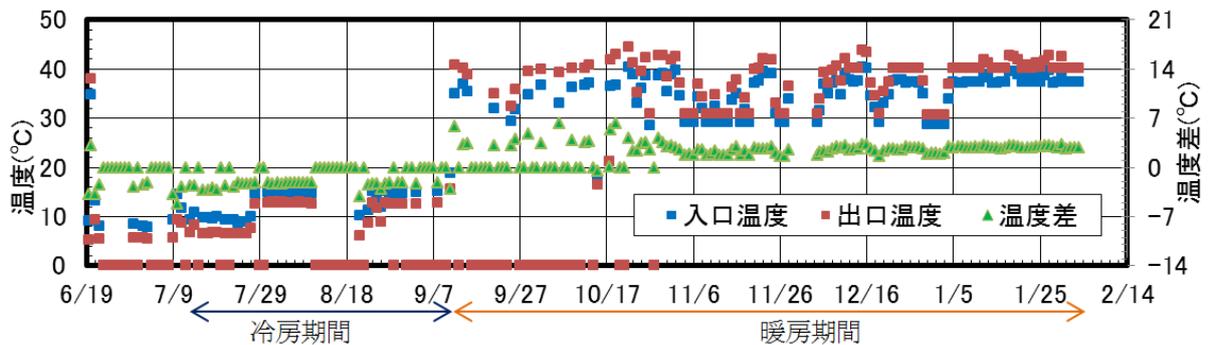


図 5-3(7) 二次側熱媒温度・温度差

(8) 1日のヒートポンプ稼働時間

・グラフは一日のヒートポンプの稼働時間。

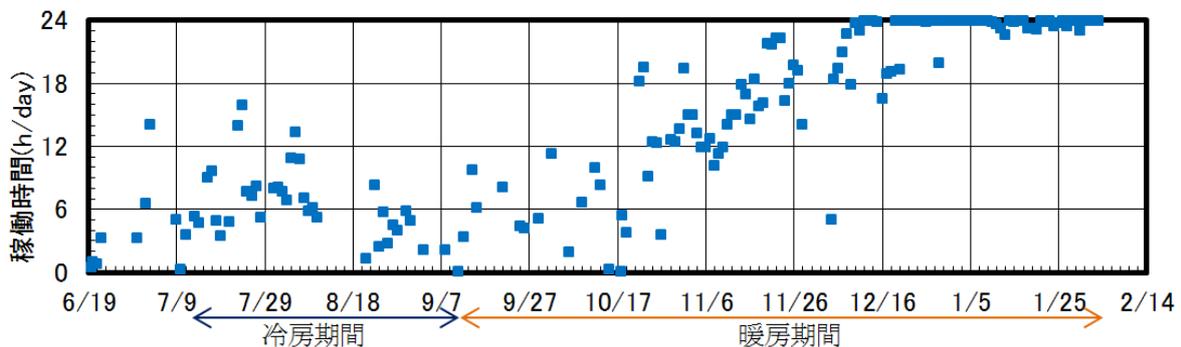


図 5-3(8) 1日のヒートポンプ稼働時間

(9) ヒートポンプ単体消費電力

・グラフは一日のヒートポンプ単体（圧縮機のみ）の消費電力の平均値。

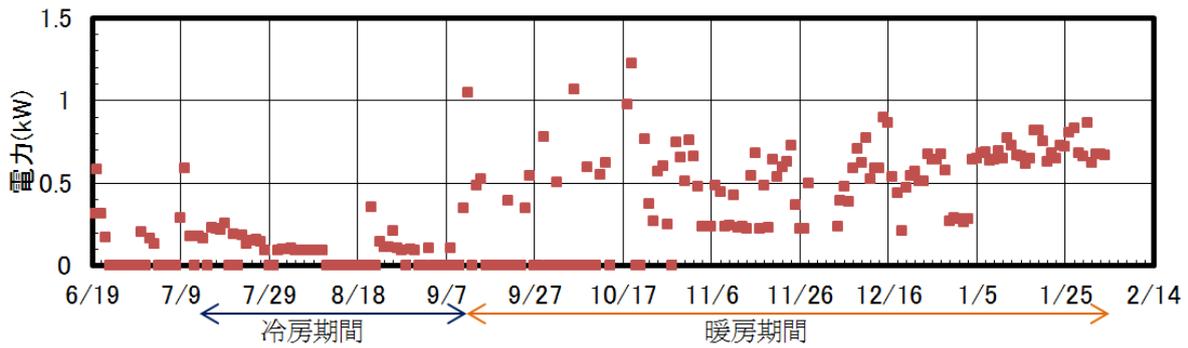


図 5-3(9) ヒートポンプ単体消費電力

(10) 熱交換量 (日平均)

- ・一次側熱交換量：一次側熱量 (温度差×流量) のヒートポンプ稼働時間当りの平均値
- ・二次側熱交換量 1：二次側熱量 (温度差×流量) のヒートポンプ稼働時間当りの平均値
- ・二次側熱交換量 2：二次側熱量を (一次側熱量±HP 電力量) で把握した場合の、ヒートポンプ稼働時間当りの平均値

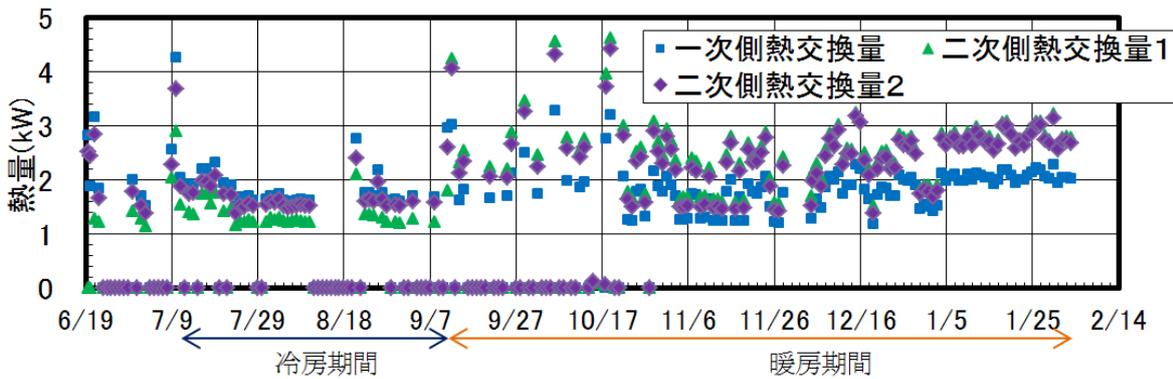


図 5-3(10) 熱交換量 (日平均)

(11) ヒートアイランド緩和効果 (空気熱源 HP 換算排熱量)

- ・冷房期間における地中熱ヒートポンプによる地中への排熱量を、標準的な空気熱源ヒートポンプで冷房した場合に空气中へ排熱する排熱量として換算した場合の一日の熱量

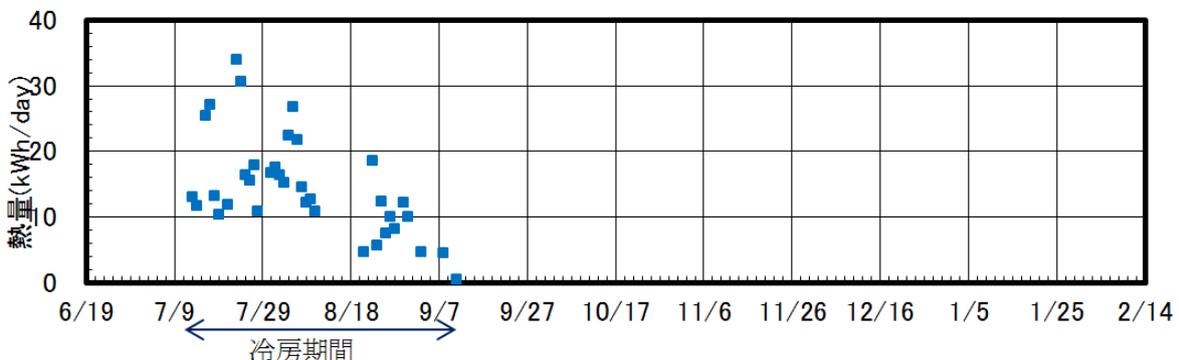


図 5-3(11) ヒートアイランド緩和効果 (空気熱源 HP 換算排熱量)

(12) 部分負荷率 (日平均)

- 部分負荷率 (%) = システムにおける生成熱量 (W) / システムにおける定格能力 (W) × 100
 この部分負荷率は、ヒートポンプの稼働時間における部分負荷率の日平均である。

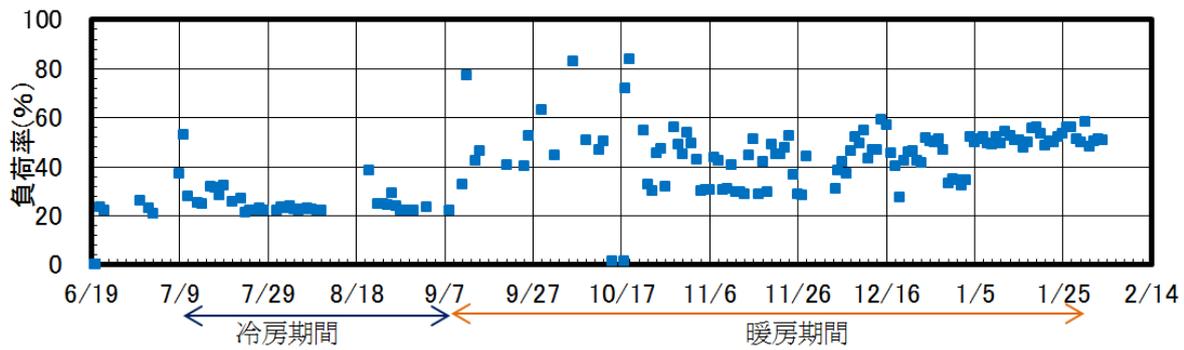


図 5-3(12) 部分負荷率 (日平均)

(13) 気温 (気象庁諏訪)

気象庁の「諏訪」の気温 ・平均：日平均気温 ・最高：日最高気温 ・最低：日最低気温

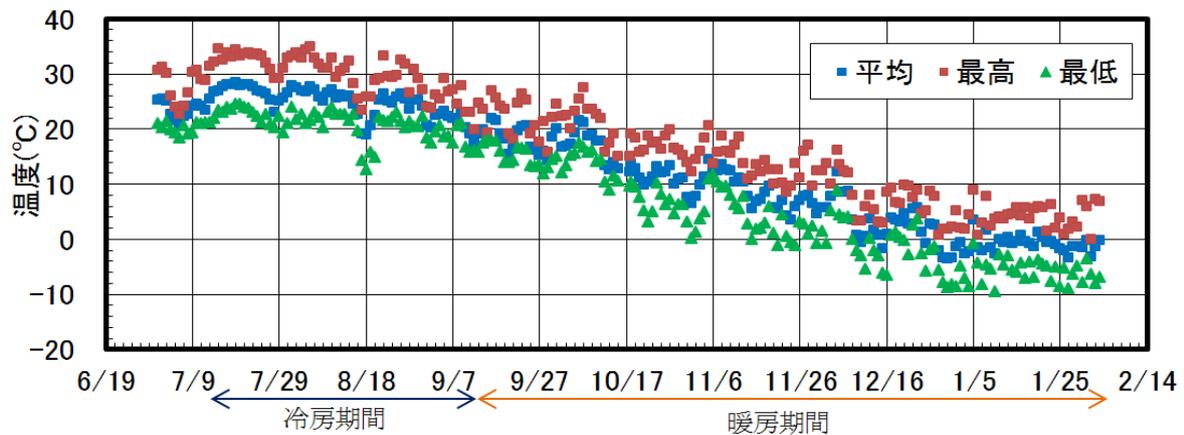


図 5-3(13) 気温 (気象庁諏訪)

5.5 試験期間の冷房試験代表日の測定項目の一日の経時変化

冷房期間の代表的な日として、平成 30 年 7 月 25 日を図 5-4(1)～図 5-4(7)に、8 月 1 日の一日のグラフを図 5-5(1)～図 5-5(7)に示す。全てのデータの測定間隔は 1 分である。

7 月 25 日と 8 月 1 日は同じように最高気温が 35°C 程度に上がった暑い日であるが、7 月 25 日は二次側熱媒出温度を 7°C と低く設定しているため冷房負荷が大きくヒートポンプの運転は連続的になっており、ヒートポンプ単体の COP は 10 前後になっている日である。8 月 1 日は二次側熱媒出温度を 14°C と高く設定しているため冷房負荷が小さくヒートポンプの運転は断続的になっており、ヒートポンプ単体の COP は 13 前後になっている日である。

5.5.1 7 月 25 日の一日のグラフ

(1) 一次側・二次側熱量

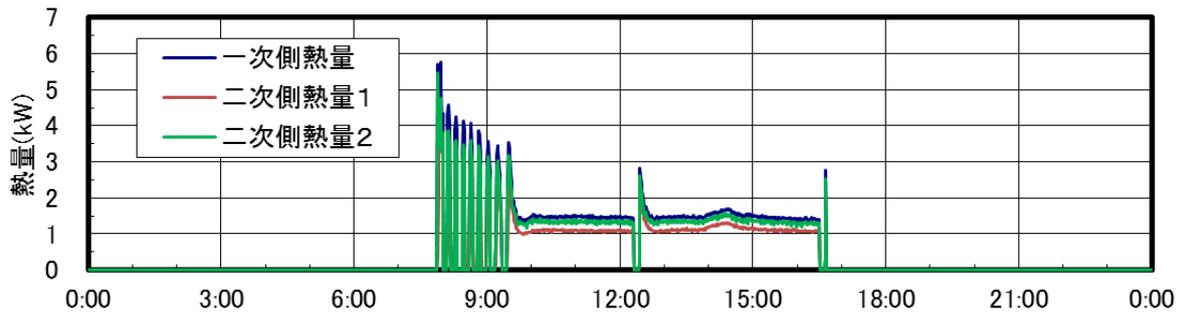


図 5-4(1) 7月25日の一次側、二次側熱量

(2) 消費電力

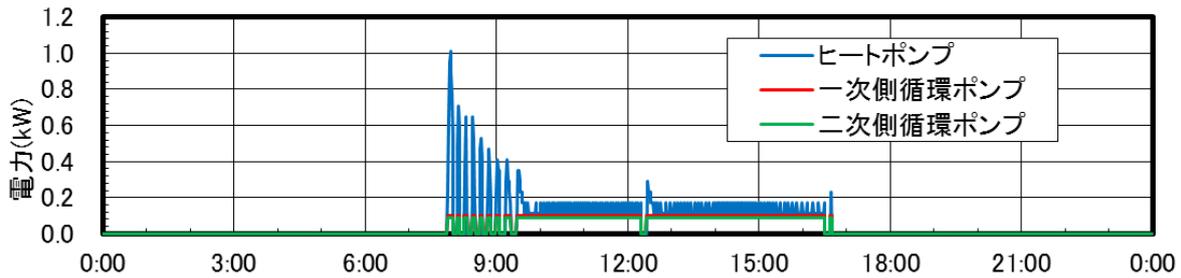


図 5-4(2) 7月25日の消費電力

(3) エネルギー効率

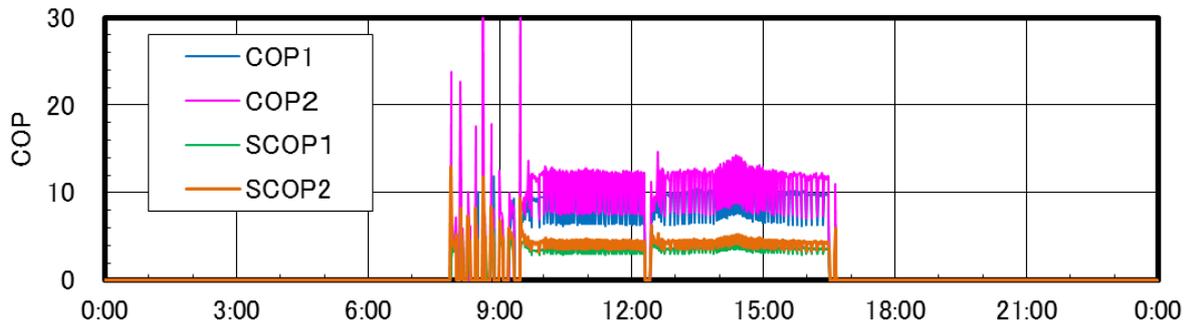


図 5-4(3) 7月25日のエネルギー効率

(4) 一次側・二次側熱媒流量

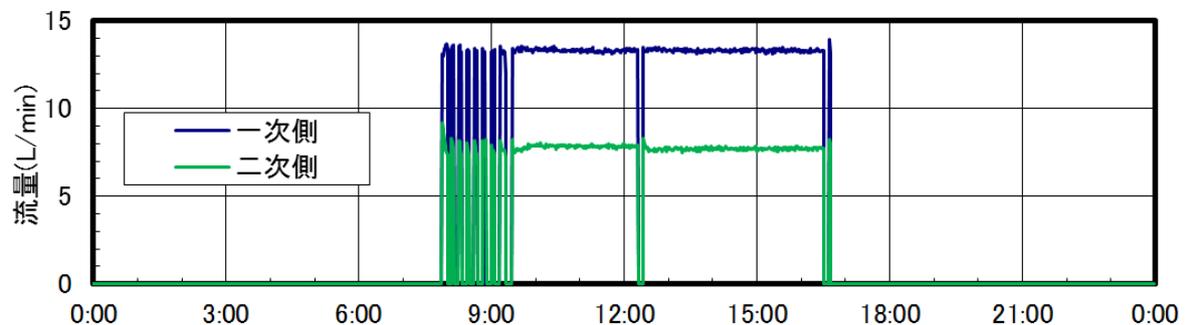


図 5-4(4) 7月25日の熱媒流量

(5) 外気温・室温

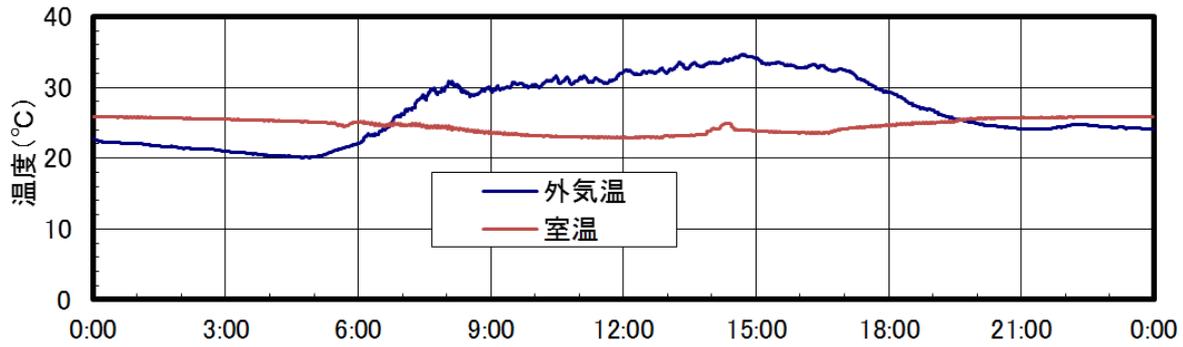


図 5-4 (5) 7 月 25 日の外気温・室温

(6) 一次側熱媒温度・温度差

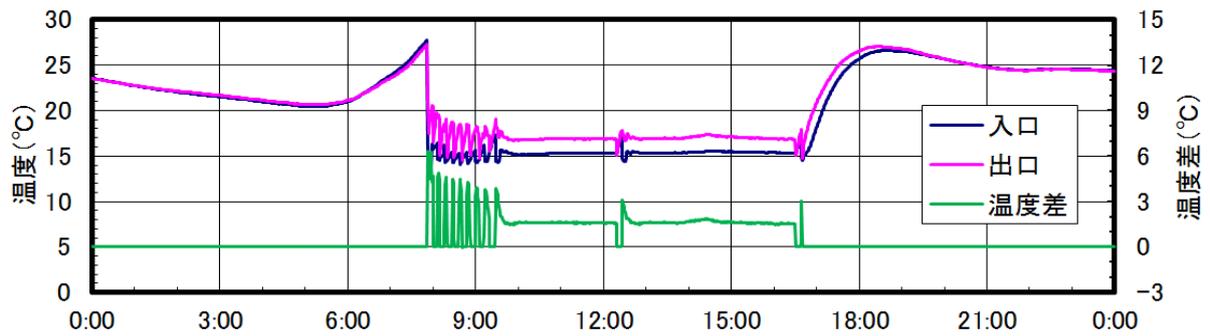


図 5-4 (6) 7 月 25 日の一次側熱媒温度・温度差

(7) 二次側熱媒温度・温度差

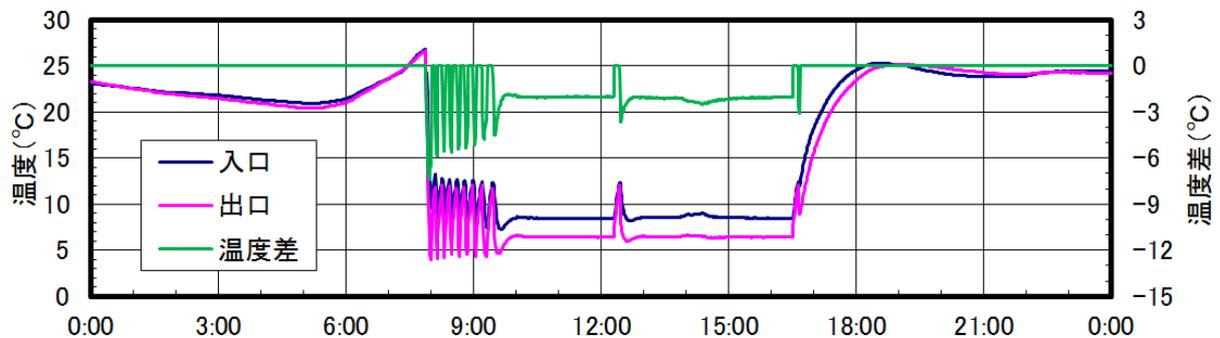


図 5-4 (7) 7 月 25 日の二次側熱媒温度・温度差

5.5.2 8 月 1 日の一日のグラフ

(1) 一次側・二次側熱量

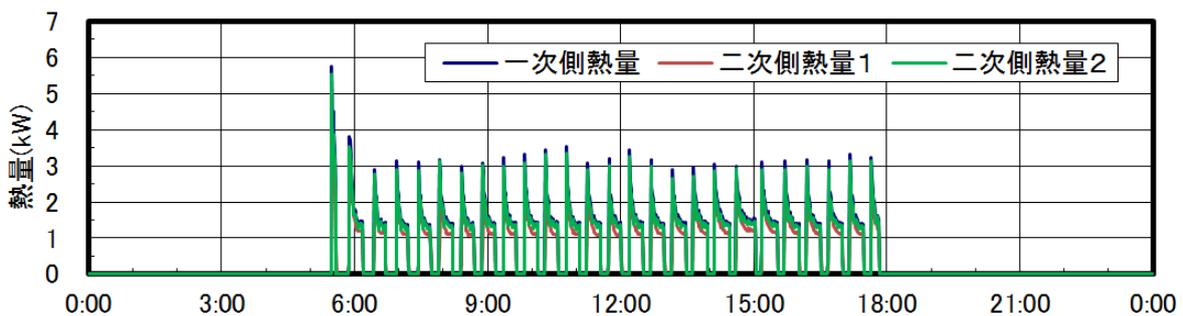


図 5-5 (1) 8 月 1 日の一次側、二次側熱量

(2) 消費電力

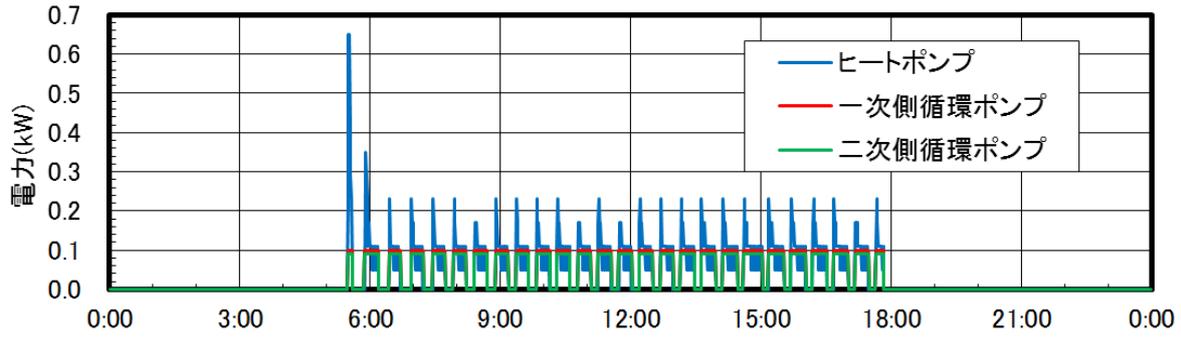


図 5-5(2) 8月1日の消費電力

(3) エネルギー効率

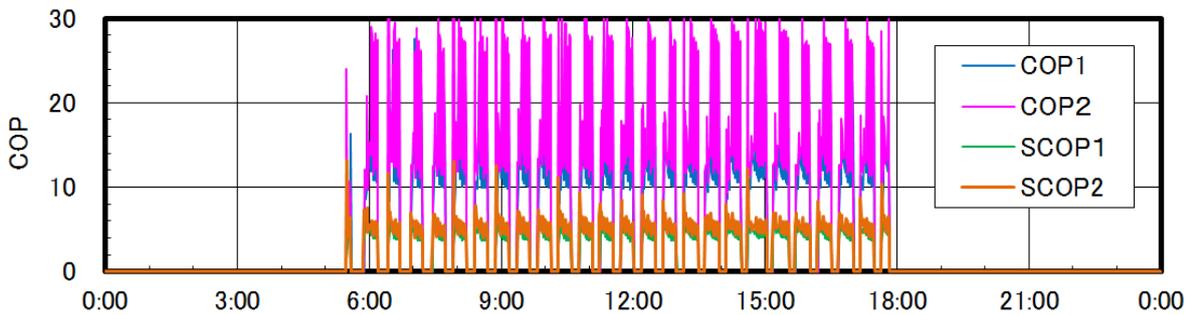


図 5-5(3) 8月1日のエネルギー効率

(4) 一次側・二次側熱媒流量

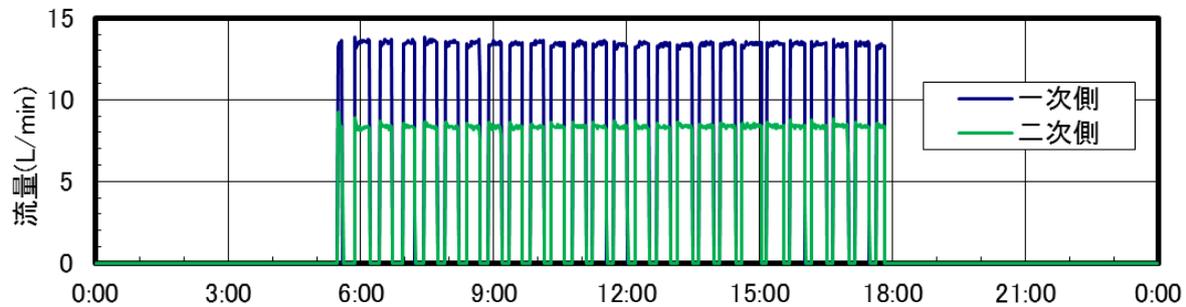


図 5-5(4) 8月1日の熱媒流量

(5) 外気温・室温

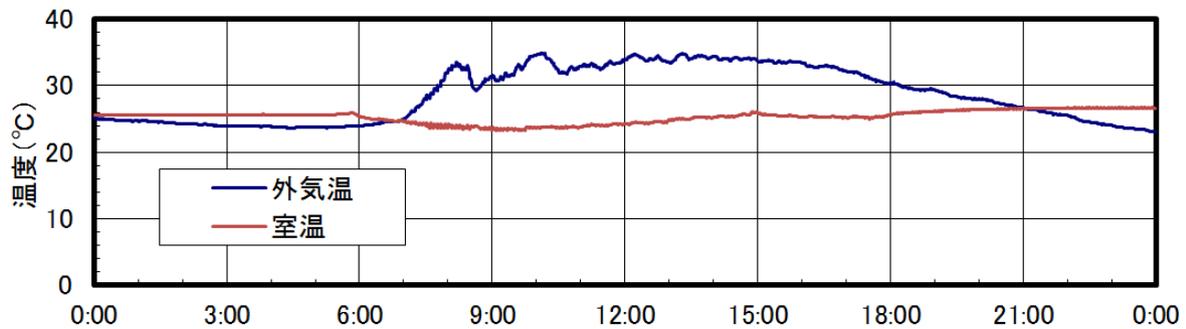


図 5-5(5) 8月1日の外気温・室温

(6) 一次側熱媒温度・温度差

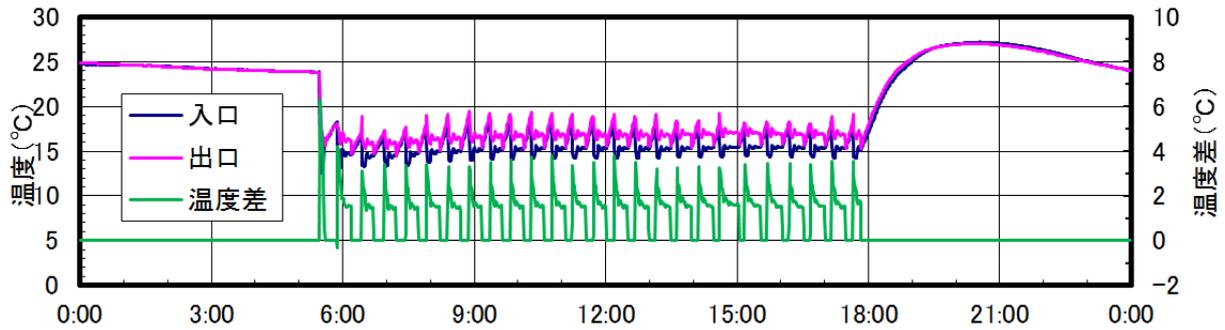


図 5-5(6) 8月1日の一次側熱媒温度・温度差

(7) 二次側熱媒温度・温度差

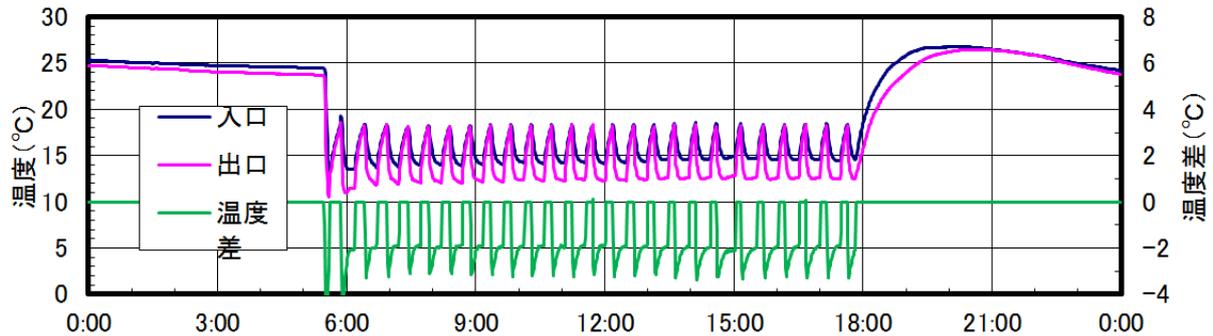


図 5-5(7) 8月1日の二次側熱媒温度・温度差

5.6 試験期間の暖房試験代表日の測定項目の一日の経時変化

暖房期間の代表的な日として、平成 30 年 12 月 20 日のグラフを図 5-6(1)～図 5-6(7)に、平成 31 年 1 月 23 日のグラフを図 5-7(1)～図 5-7(7)に示す。全てのデータの測定間隔は 1 分である。

12 月 20 日は気温が 0～10℃で推移した比較的暖かい日で、未明と昼間では二次側熱媒温度の設定を変えたり、一時暖房運転を停止したりした日である。1 月 23 日は気温が -7～5℃で推移した比較的寒い日で、一日 24 時間連続で暖房運転をした日である。

5.6.1 12月20日の一日のグラフ

(1) 一次側・二次側熱量

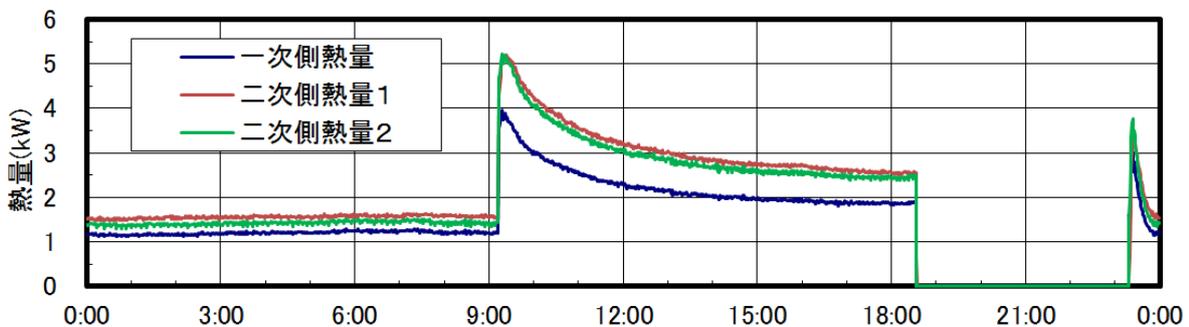


図 5-6(1) 12月20日の一次側、二次側熱量

(2) 消費電力

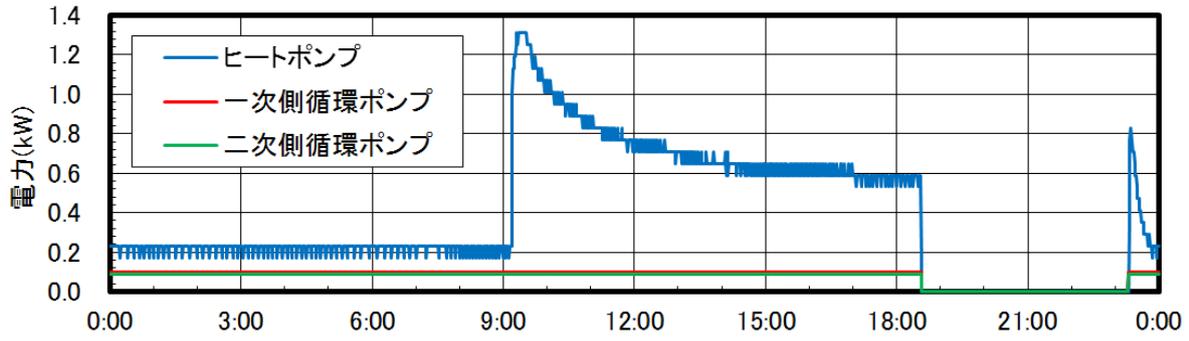


図 5-6 (2) 12 月 20 日の消費電力

(3) エネルギー効率

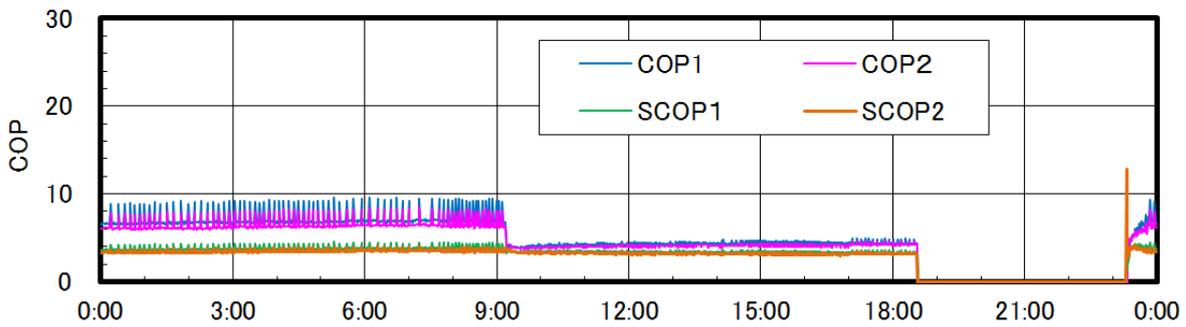


図 5-6 (3) 12 月 20 日のエネルギー効率

(4) 一次側・二次側熱媒流量

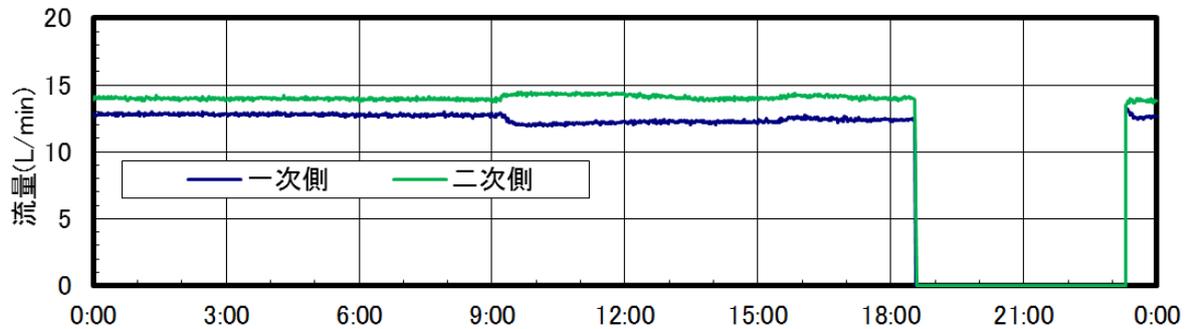


図 5-6 (4) 12 月 20 日の熱媒流量

(5) 外気温・室温

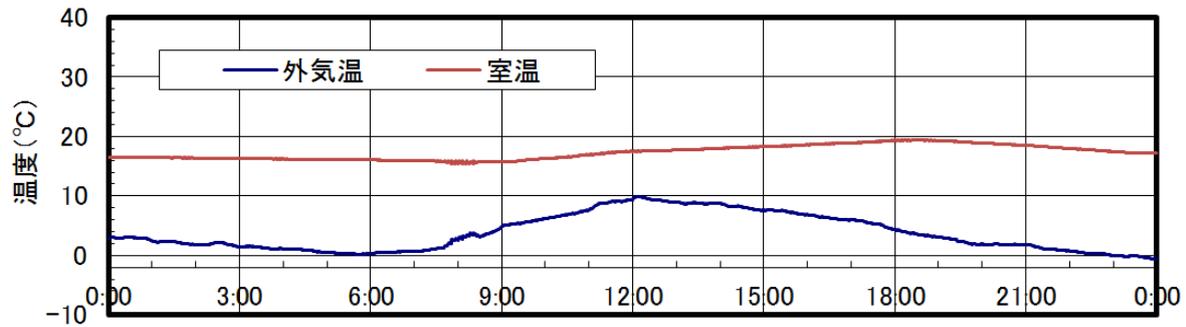


図 5-6 (5) 12 月 20 日の外気温・室温

(6) 一次側熱媒温度・温度差

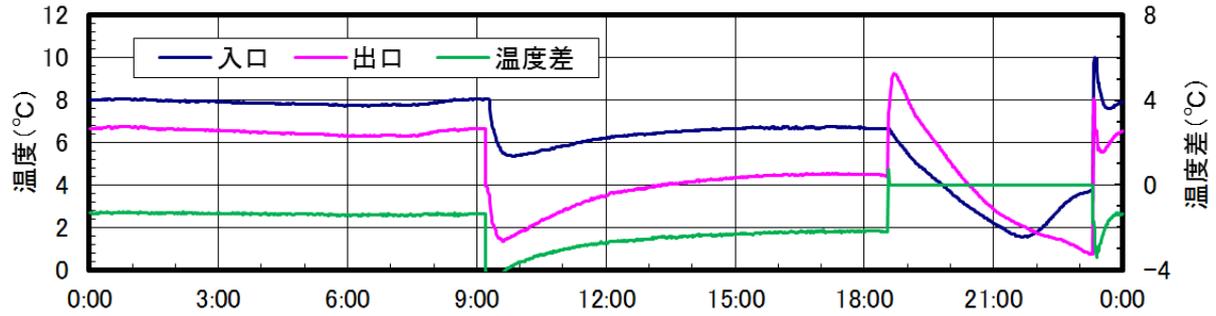


図 5-6(6) 12月20日の一次側熱媒温度・温度差

(7) 二次側熱媒温度・温度差

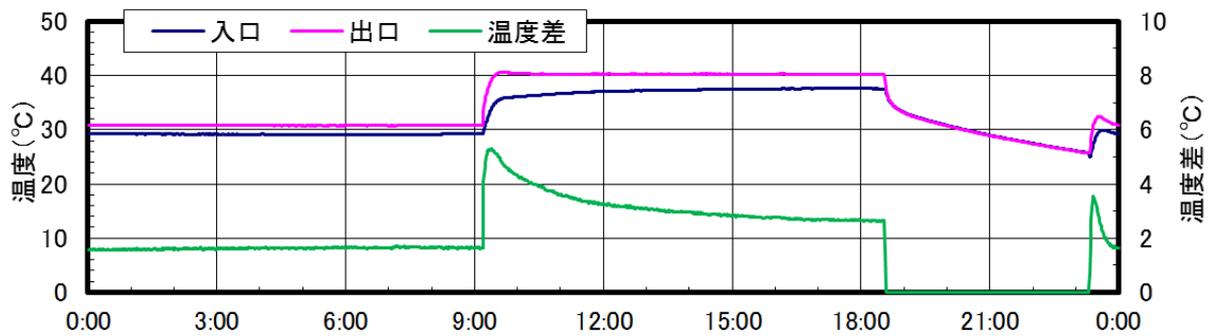


図 5-6(7) 12月20日の二次側熱媒温度・温度差

5.6.2 1月23日の一日のグラフ

(1) 一次側・二次側熱量

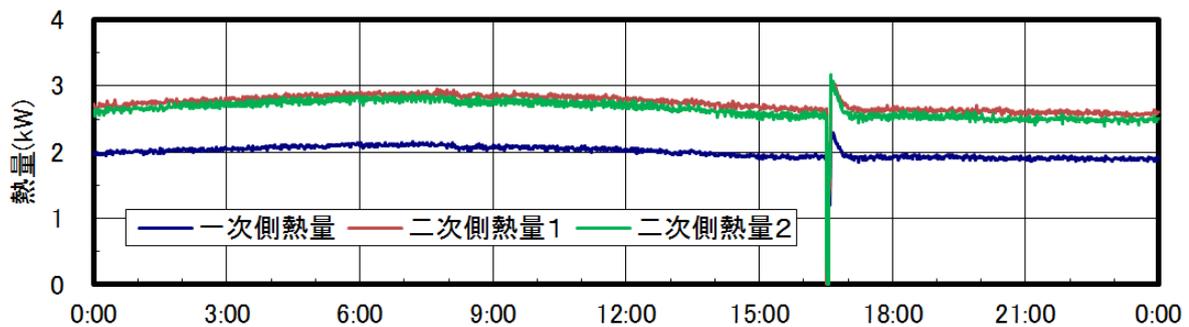


図 5-7(1) 1月23日の一次側、二次側熱量

(2) 消費電力

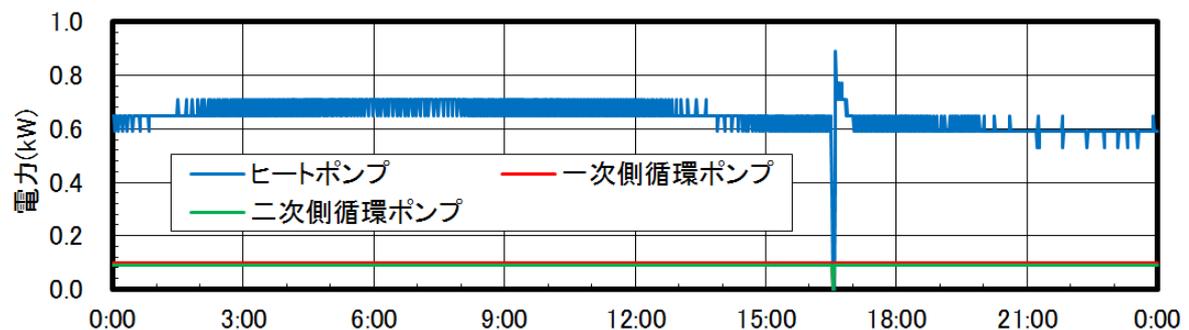


図 5-7(2) 1月23日の消費電力

(3) エネルギー効率

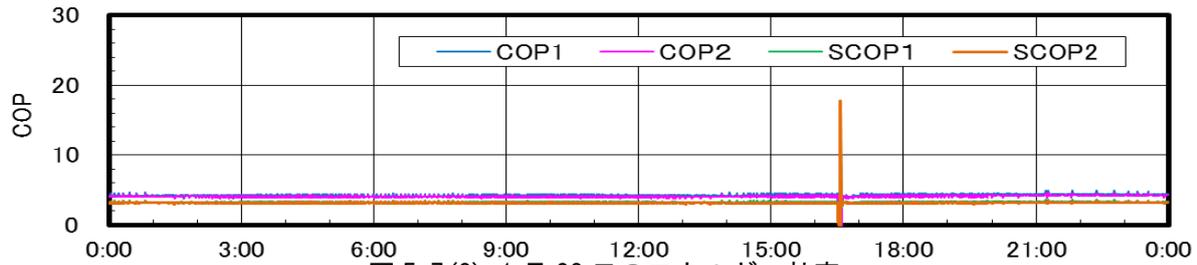


図 5-7(3) 1月23日のエネルギー効率

(4) 一次側・二次側熱媒流量

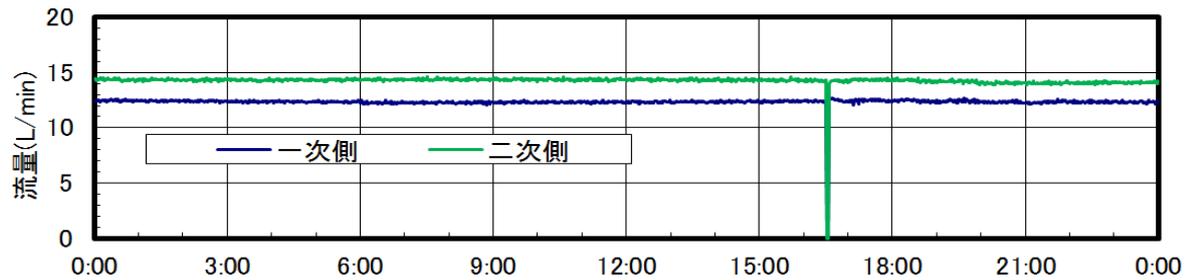


図 5-7(4) 1月23日の熱媒流量

(5) 外気温・室温

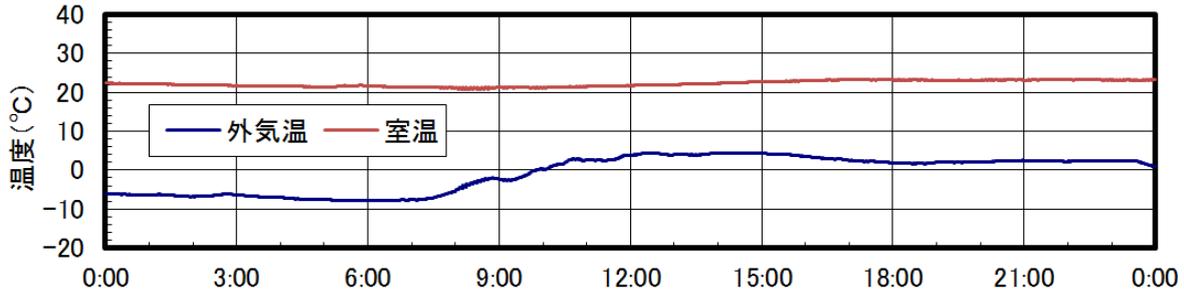


図 5-7(5) 1月23日の外気温・室温

(6) 一次側熱媒温度・温度差

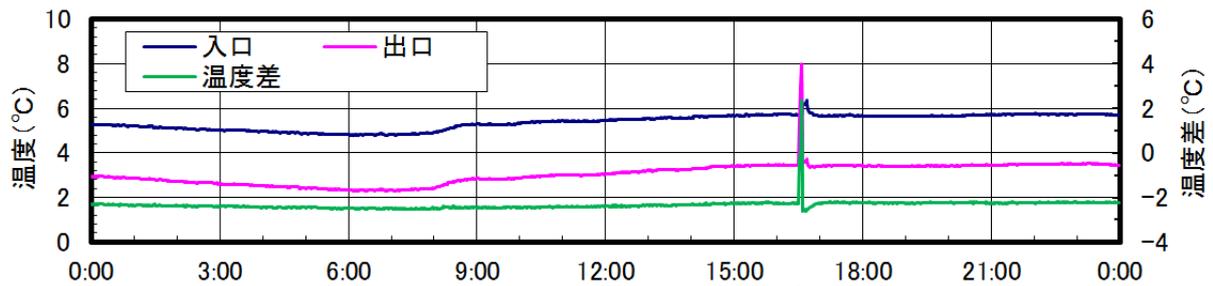


図 5-7(6) 1月23日の一次側熱媒温度・温度差

(7) 二次側熱媒温度・温度差

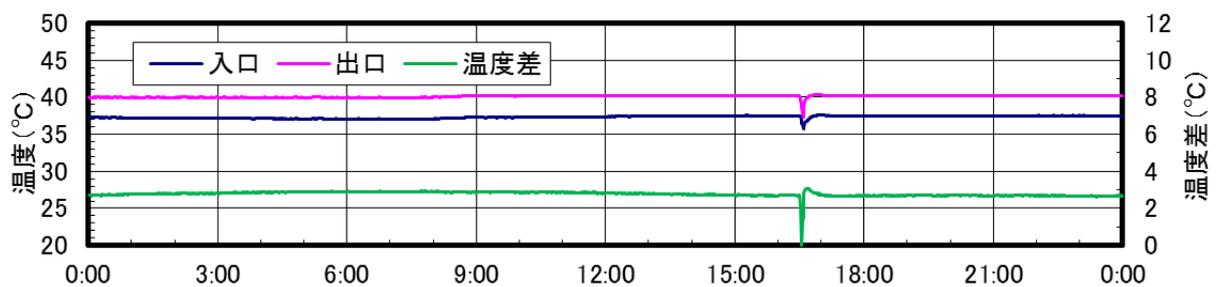


図 5-7(7) 1月23日の二次側熱媒温度・温度差

6. 実証単位 (C) の実証

実証単位(A)の実証を行う場合は、実証単位(C)の実証を併せて行うこととなっている。以下に実証単位(C)の実証について記す。

6.1 地中熱交換部の実証に関する規定

(1) 「実証単位(C) 地中熱交換部」のタイプと実証項目の規定

実証要領には実証単位(C)の実証項目を選ぶために地中熱交換部のタイプが示されている。株式会社ダイワテック申請の本案件は、「熱媒循環式×熱交換器なし」である。この場合の実証項目や実証方法は、実証要領の p.35 に規定されている。

表 6-1 地中熱交換部の実証項目

| 項目 | 内容 | 実証方法 |
|---------------|----------------|-----------------|
| a. 地中熱交換井の熱抵抗 | 熱抵抗値 [K/(W/m)] | サーマルレスポンス試験から算出 |
| b. 土壌部分の熱伝導率 | 熱伝導率 [W/(m・K)] | サーマルレスポンス試験から算出 |

表 6-2 熱媒循環部の実証項目

| 項目 | 内容 | 実証方法 |
|---------|--------------------------|---|
| c. 熱伝導性 | 素材の熱伝導率 [W/(m・K)] | <ul style="list-style-type: none"> 試験による算出 実証申請者から提出された資料を確認 (参考項目) |
| d. 耐腐食性 | — | |
| e. 耐圧性 | 耐圧力[MPa] (温度条件も併せて示す) | |

表 6-3 熱媒の実証項目

| 項目 | 内容 | 実証方法 |
|-------------|----------------------|---|
| f. 腐食性 | — | <ul style="list-style-type: none"> 試験による算出 実証申請者から提出された資料を確認 (参考項目) |
| g. 粘性 | 粘性率 [Pa・s] | |
| h. 比重 | [g/cm ³] | |
| i. 比熱 | [J/(kg・K)] | |
| j. 引火性 | — | |
| k. 毒性 | — | |
| l. 生分解性/残留性 | — | |

(2) 地中熱交換部の実証計画

本実証対象技術は既に地中熱交換井を実用運転しているため、a. 地中熱交換井の熱抵抗と b. 土壌部分の熱伝導率を求めるためのサーマルレスポンス試験 (TRT) はできない。この場合には、実証要領の p. 18 に「施工箇所の周辺の地質データやそれに準ずるデータを提出することで代替する」との規定があり、本実証対象技術では地中熱交換井掘削時の地質柱状図があるので、それを示すことで代替する。

(3) 熱媒循環部の実証計画

実証要領 p. 35 の規定により、試験をせず既存資料を確認して示すこととし、「参考項目」として示す。熱媒循環部は、高密度ポリエチレン製のU字管なので、そのカタログからデータを示すこととする。

(4) 熱媒の実証計画

実証要領 p. 35 の規定により、試験をせず既存資料を確認して示すこととし、「参考項目」として示す。熱媒はプロピレングリコール希釈液を調整済の販売品なので、そのカタログからデータを示すこととする。

6.2 地中熱交換部に関する実証

本実証対象技術及び周辺のボーリング孔などでは TRT をした実績がない。このため、本報告書では地中熱交換井掘削時の地質柱状図を示して代替データとする。代替データは p.10 の図 3-5 に示すとおりである。

6.3 熱媒循環部（U字管）の実証（参考項目）

熱媒循環部と熱媒についてカタログ等から引用したデータは次のとおりである。

(1) 熱媒循環部（U字管）の仕様

熱媒循環部はクリモトポリマー株式会社製の地中熱採熱パイプ(U チューブ)「GLOOP32」である。その仕様を表 6-4 に示す。

表 6-4 地中熱採熱パイプ GLOOP32 の仕様

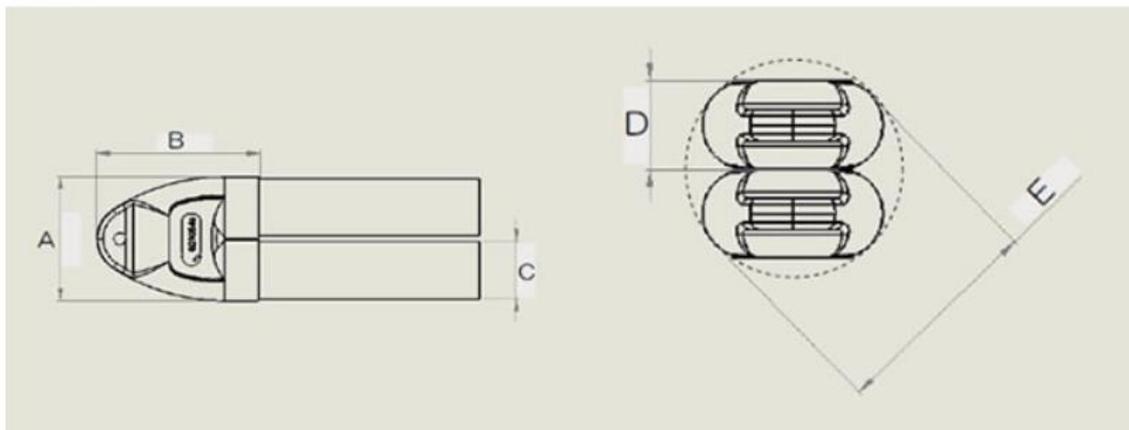
| 項目 | 内容 |
|----------|----------------------------------|
| 製品名及び型式 | 地中熱採熱パイプ「GLOOP32」 |
| 製造・販売事業者 | クリモトポリマー株式会社 |
| 材質 | 高密度ポリエチレン材料 (PE100) |
| 寸法 | パイプ外径 32.0mm、管内径 26.0mm、厚さ 3.0mm |
| 設置方式 | ダブルU字管 |
| U字管長さ | 挿入長 49.9m |

なお、クリモトポリマー株式会社は平成 29 年 3 月 12 日にダイカポリマー株式会社より事業譲渡を受けて、地中熱採熱パイプの販売事業を始めた。一方、ダイカポリマー株式会社は平成 24 年度に地中熱採熱パイプ「GLOOP32」について ETV 試験を実施し、ETV マークを取得している。ETV の実証番号は 052-1203 である。今回の熱媒循環部である地中熱採熱パイプ「GLOOP32」は実証番号 052-1203 と同じ製品である。

III 地中熱探熱パイプ (Uチューブ)



U字部



単位: mm

| 銘柄 | 幅 | 長さ | 管外径 | 管内径 | 高さ | Wでの幅 |
|----------|----|-----|------|------|----|------|
| | A | B | C | | D | E |
| GLOOP 32 | 69 | 89 | 32.0 | 26.0 | 34 | 83 |
| GLOOP 40 | 96 | 110 | 40.0 | 32.6 | 44 | 108 |

パイプ部

| 銘柄 | 管外径 | 管内径 | 管厚 | 管長 | 巻径 |
|----------|------|------|-----|-----------|-----|
| | mm | mm | mm | m | cm |
| GLOOP 32 | 32.0 | 26.0 | 3.0 | 105、60、30 | 110 |
| GLOOP 40 | 40.0 | 32.6 | 3.7 | 105 | 110 |

物性値 パイプ部はダイカ・ポリフュージョン管(長尺品)を使用。
 基本物性、耐薬品性、長期寿命、最大許容圧力等の物性値はダイカ・ポリフュージョン管システムの技術資料をご参照下さい。

図 6-1 地中熱探熱パイプ GLOOP32 の形状

(2) 熱媒循環部の実証 (参考項目)

熱媒循環部の実証方法は、実証要領の規定に従い、カタログ等、各項目の性能を示す資料を確認した。熱媒循環部 (U字管) のデータは、以下の表 6-5、表 6-6 の通りである。

表 6-5 熱媒循環部 (U字管) の特性

| 項目 | 内容 |
|---------|----------------------------|
| c. 熱伝導性 | 熱伝導率 : 0.46~0.50 [W/(m·K)] |
| d. 耐腐食性 | 耐薬品性 : 表 6-6 を参照 |
| e. 耐圧性 | 図 6-2 を参照 |

表 6-6 高密度ポリエチレン管材料 (PE100) の耐薬品性

| 薬品名 (%) | 温度 (°C) | | 薬品名 (%) | 温度 (°C) | | 薬品名 (%) | 温度 (°C) | |
|----------|---------|----|----------|---------|----|------------|---------|----|
| | 20 | 60 | | 20 | 60 | | 20 | 60 |
| 塩酸 35 | ○ | ○ | 水酸化カリウム | ○ | ○ | メチルアルコール | ○ | ○ |
| 硫酸 0~60 | ○ | ○ | 水酸化ナトリウム | ○ | ○ | エチルアルコール | ○ | ○ |
| 硫酸 80 | △ | × | 水酸化カルシウム | ○ | ○ | エチレングリコール | ○ | ○ |
| 硝酸 0~30 | ○ | △ | アンモニア水 | ○ | ○ | ジエチレングリコール | ○ | ○ |
| 硝酸 30~50 | △ | × | 塩化ナトリウム | ○ | ○ | プロピレングリコール | ○ | ○ |
| 硝酸 70 | × | × | 炭酸ナトリウム | ○ | ○ | 海水 | ○ | ○ |

○ : 使用できる、△ : 条件付きで使用可能、× : 使用不可

最大許容圧力

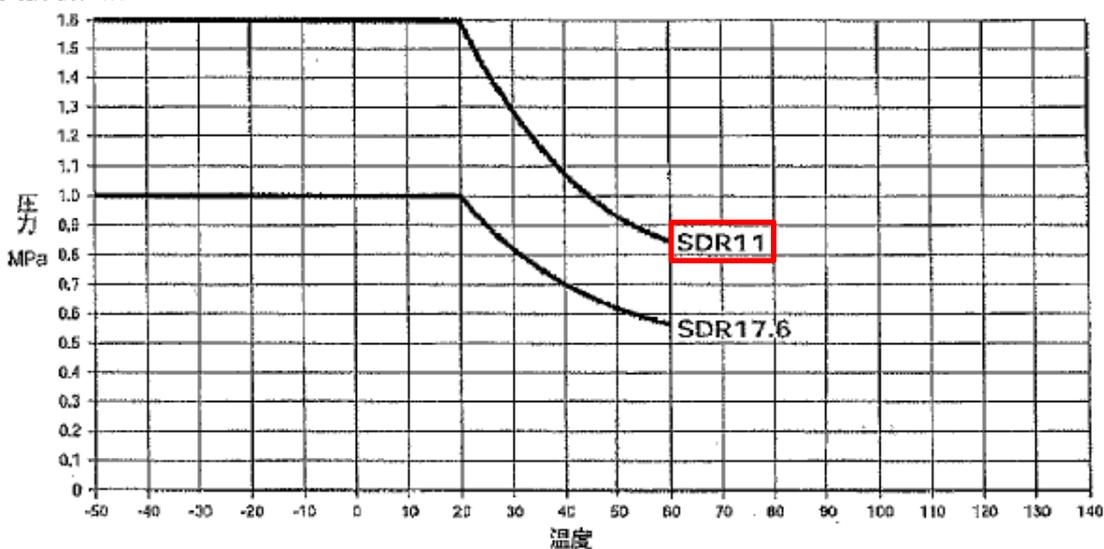


図 6-2 PE100 の耐圧性 (本実証対象技術は SDR11 である)

6.4 熱媒に関する実証

(1) 熱媒の仕様

本実証対象技術に使用した熱媒の概要を表 6-7 に示す。

表 6-7 熱媒の概要

| | |
|----------|-------------------------|
| 製品名 | 温水暖房用不凍液 FHF-20K40 |
| 製造・販売事業者 | サンポット株式会社 |
| 主成分、濃度 | プロピレングリコール 40[%] (調合済み) |
| 凍結温度 | -20℃ (不凍液配合率 100%のとき) |
| 比重 | 1.04 (at 20℃) |
| 比熱 | 3.7 [J/g・K (at 20℃)] |

FHF-20K 40

| | | | | | | |
|------------|----|----|-----|-----|-----|-----|
| 不凍液 配合率[%] | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
| 水 配合率[%] | 50 | 40 | 30 | 20 | 10 | 0 |
| 凍結温度[℃] | -6 | -8 | -11 | -14 | -18 | -20 |

(2) 熱媒の実証 (参考項目)

熱媒の実証方法は、カタログ等、各項目の性能を示す資料を確認した。このため、この実証項目の結果は参考項目として示す。

実証要領に規定される熱媒の実証項目及び既存資料のデータを表 6-8、図 6-3 に示す。

既存資料として、f. 腐食性、g. 粘性、h. 比重、i. 比熱、k. 毒性、については、熱媒メーカーの技術資料*1を、j. 引火性、l. 生分解性/残留性 については製品安全データシート*2を使用した。

表 6-8 熱媒の実証項目 (参考項目) 及び実証内容 (メーカー資料より)

| 項目 | 実証内容 |
|-------------|-----------|
| f. 腐食性 | 表 6-9 参照 |
| g. 粘性 | 図 6-5 参照 |
| h. 比重 | 図 6-6 参照 |
| i. 比熱 | 図 6-7 参照 |
| j. 引火性 | 不燃性 |
| k. 毒性 | 極めて弱い |
| l. 生分解性/残留性 | 通常の条件では安定 |

表 6-9 熱媒の腐食試験結果

| 項目 | | FHF20K 40 | FHF 20K 50 |
|-------------------------|-------------------------------|-----------|------------|
| 金属腐食性 88±2℃ 336hr | 質量変化 (mg/cm ²) | 銅 | -0.02 |
| | | 黄銅 | -0.01 |
| | | 鋼 | -0.01 |
| | | 鋳鉄 | -0.02 |
| | 試験後の 液の性状 | 色相 | 著しい変化なし |
| | | pH 変化 | +0.2 |
| | | 沈澱量 | 0.05以下 |

試験方法

JIS K2234(不凍液)に準拠する。ただし、各金属間はポリエチレンスーパースーで絶縁した。

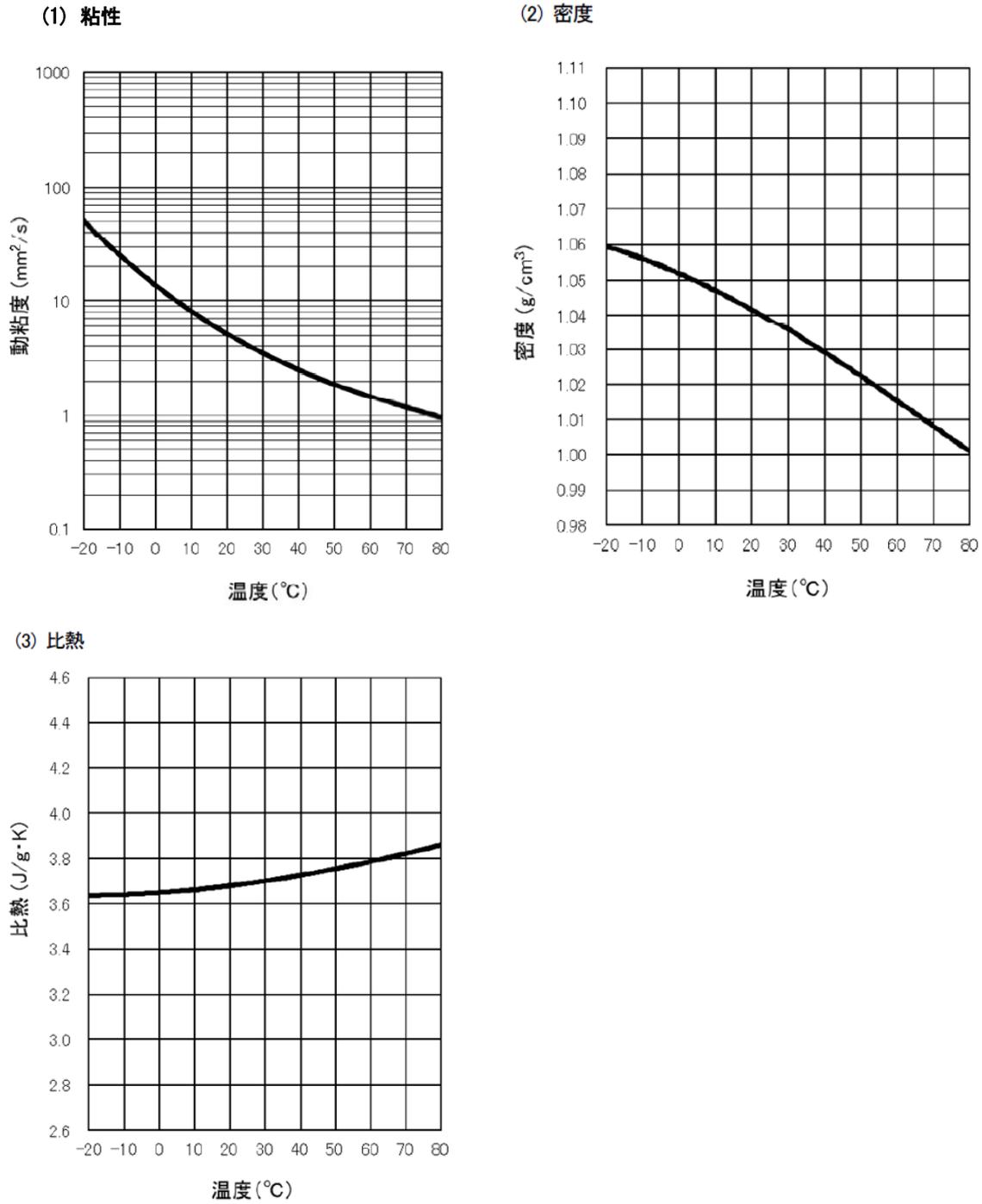


図 6-3 熱媒の物性グラフ

7. 試験結果に基づく実証結果

7.1 冷房期間及び暖房期間のシステムエネルギー効率

本試験の結果では、冷房期間のシステムエネルギー効率 (SCOP) は 4.11、暖房期間のシステムエネルギー効率 (SCOP) は 3.33 であった。

一方、環境省の「地球温暖化対策事業効果算定ガイドブック」(平成 29 年 2 月)^{*1} には、地球温暖化対策事業の効果を比較すべき従来機器の性能値が示されている。それによれば、家庭用空調の冷房 COP は 3.7、暖房 COP は 2.9 となっている。

これらを比較すれば、本実証対象技術は冷房も暖房も地球温暖化対策としての性能を十分有するものと考えられる。

表 5-1 (再掲) システム全体の实証項目の試験結果の要約

| 項目 | | 試験結果 | |
|-----------------|------|--|--------|
| システム全体の 実証項目 | 必須項目 | a. 冷房期間のシステムエネルギー効率 | 4.11 |
| | | b. 冷房期間のシステム消費電力 | 0.33kW |
| | | c. 冷房期間の地中への排熱量 | 1.76kW |
| | 任意項目 | d. 試験期間の平均システムエネルギー効率 SCOP _{ETV} | 3.35 |
| | | e. 暖房期間のシステムエネルギー効率 | 3.33 |
| | | f. 暖房期間のシステム消費電力 | 0.76kW |
| | | g. 暖房期間の地中からの採熱量 | 1.85kW |

7.2 目標値の達成

試験の目標値は、平均的な夏の気象条件で通常の運転をした場合の 7~8 月の緩和効果の平均値が 5kWh/日程度以上としたが、結果は 11.4kWh/日となった。「平均的な夏の気象条件で通常の運転をした場合」の妥当性については、技術実証検討会で問題のないことが確認された。この結果、目標値は達成されている。

*1 : 環境省「地球温暖化対策事業効果算定ガイドブック」(平成 29 年 2 月)

http://www.env.go.jp/earth/ondanka/biz_local/gbhojo.html

8. 考察

8.1 良い成績が得られた理由

本試験結果の成績は冷房期間も暖房期間も共に、環境省の示す地球温暖化対策事業の効果を比較すべき従来機器の性能値より良い成績が得られた。その理由は次のようないくつかの要因があったためと考えられる。

(1) 冷房期間

1) 冷房期間に地中に熱を放熱しても地中の温度があまり上がらずほぼ 15°C程度を保つことができているため、良い成績が得られている。これは当地では地下水が豊富でかつ地層は透水性の良い砂礫層を主体とするため地中の放熱能力が高いためと考えられる。なお、地中熱交換井の深度(70m)は暖房能力 5.5kW のヒートポンプ用としては標準的である。

2) 当地は標高が約 770m と高く冷涼地で夏の冷房負荷はかなり小さいため、地中への放熱量が少なく、放熱しても地中温度があまり上がらないため、地中の高い放熱能力が冷房期間中持続するためと思われる。

3) 地中の放熱能力が高くても二次側熱媒出口温度を 6°C程度に低く設定すると、ヒートポンプは二次側熱媒出口温度を下げるために多くの電力を消費して COP が 8 前後に留まる。しかし、二次側熱媒出口温度を 13°C程度に高く設定すればヒートポンプは二次側熱媒出口温度をあまり下げることがないため、電力消費も少なく COP が 13 前後まで上がったものである。

4) COP が 13 前後というのは、地中熱利用としては極めて高い値であるが、これは一次側熱媒入口温度と二次側熱媒出口温度の差が 2°C程度で非常に小さいため、ヒートポンプはほとんど電力を消費しなくて済んだためと考えられる。

5) 以上を総合すると、当地では地中の放熱能力が高いことと、二次側熱媒出口温度を高く設定しても十分に快適な冷房となるため、一次側二次側温度差を極めて小さく保つことができたためと考えられる。

(2) 暖房期間

当地は寒冷地で、冬の最低気温はマイナス 10°Cにもなるので、暖房には多くの熱の必要な地域であるが、次の要因により、良い成績が得られたものと考えられる。

1) 7ヶ月の暖房期間中、地中からの採熱を続けても、一次側熱媒出口温度と入口温度の温度差はほぼ 2~3°Cに保っている(図 5-1(6)参照)。地中の採熱能力の低い地域では冬の数か月間採熱を続けるとこの温度差が徐々に小さくなる傾向がみられるが、当地ではそれが見られない。これは、当地では地下水が豊富でかつ地層は透水性の良い砂礫層を主体とするため、地中の採熱能力が高いためと考えられる。

2) 本実証対象技術の暖房の主体は床暖房であるが、床暖房の場合は二次側熱媒出口温度が 35~40°C程度で室内気温は 22°C程度でも体感的には快適である。暖房をファンコイル等で室内気温を上げる方法だと二次側熱媒出口温度をもっと高く設定しないと体感的に快適にならない。床暖房では一次側と二次側の熱媒温度差を小さく保つことができヒートポンプの COP が上がるため、よい成績が得られたものと考えられる。

3) 以上を総合すると、当地では地中の採熱能力が高いこと、暖房は床暖房が主体で一次側二次側熱媒温度差を小さく保つことができるため、良い成績が得られたものと考えられる。

(3) 冷房期間、暖房期間を通じた総合的考察

良い成績が得られた理由は次のようないくつかの要因があったためと考えられる。

1) 当地では地下水が豊富でかつ地層は透水性の良い砂礫層を主体とするため、地中の放熱や採

熱の能力が高いため。

2) 冷房期間では、当地は標高が高く冷涼地なので、冷房負荷が少なかったため。

3) 暖房期間では、床暖房が主体であるが、床暖房は二次側熱媒の出口温度を比較的低くしても体感的には快適な暖房効果が得られる。このため一次側熱媒の入口温度と二次側熱媒の出口温度の温度差を小さく保つことができ、ヒートポンプの特性上良い COP が得られる運転となった。

4) 冷房期間、暖房期間を通じて、一次側熱媒の入口温度と二次側熱媒の出口温度の温度差を小さく保つことができる条件を活かした運転をしていた。

なお、「一次側熱媒の入口温度」は「図 4-1 測定位置」の T1、「二次側熱媒の出口温度」は T4、「温度差」は(T4-T1)でヒートポンプによって昇温する温度に直接関係する。この温度差が小さいと昇温幅は小さくて済み、ヒートポンプの消費電力は少なく、COP の成績は良くなる。

8.2 ヒートポンプのエネルギー効率 (COP) と一次側二次側熱媒温度差の関係

(1) 冷房期間

冷房期間のヒートポンプの COP と一次側二次側温度差の推移のグラフを図 8-1 に示す。

冷房期間の COP の値は大きく分けると 8 前後の時期と 13 前後の時期があり、それぞれ一次側熱媒入口温度と二次側熱媒出口温度の差が 8℃前後の時期と 2℃前後の時期に対応する。すなわち、一次側二次側温度差が小さいと COP は高くなっている。一般にヒートポンプの成績は一次側二次側温度差が小さいほど高くなるが、COP の高い時期はこの傾向が顕著に表れて成績が高くなっているものである。

なお、一次側熱媒入口温度は熱媒が地中熱交換器で地中に熱を放熱して地上に戻ってきた温度であり、二次側熱媒出口温度は、ヒートポンプから冷えた熱媒が二次側冷暖房機器に出てゆくときの温度である。

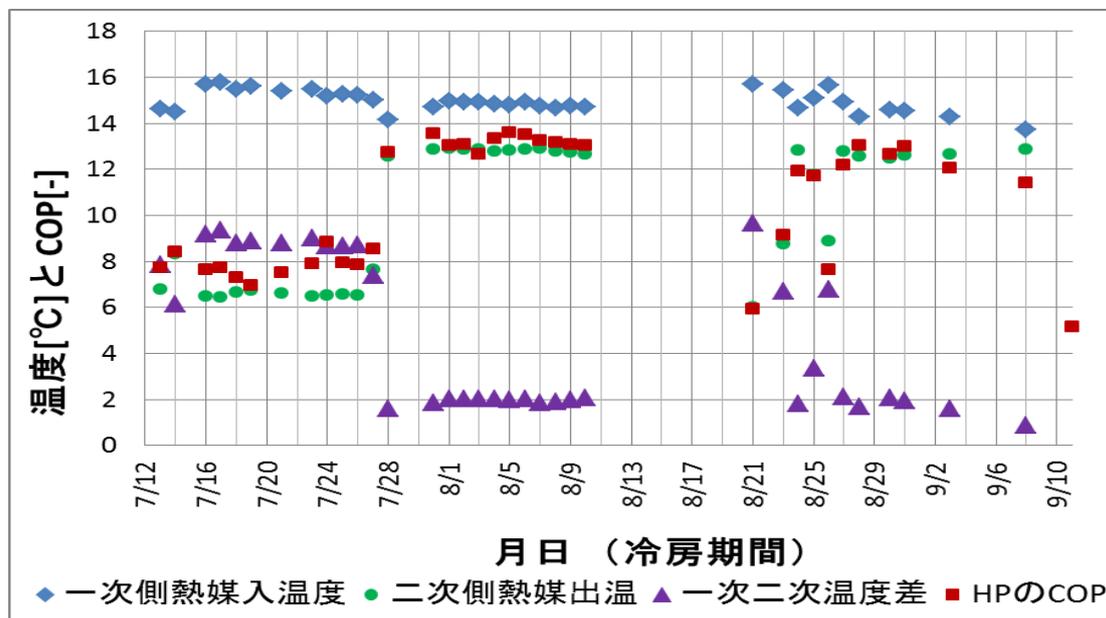


図 8-1 冷房期間の一次側熱媒入口温度と二次側熱媒出口温度の差と SCOP の推移
(グラフのプロットのない日は冷房運転していなかった日)

(2) 暖房期間

暖房期間の COP と一次側二次側温度差の推移のグラフを図 8-2 に示す。

暖房期間は冷房期間ほど顕著な関係は見られないが、一次側二次側熱媒温度差が約 20~24℃の

時と約 35℃の時に分けられ、それぞれの COP は約 7 と約 4 程度で、やはり大きな違いがみられる。

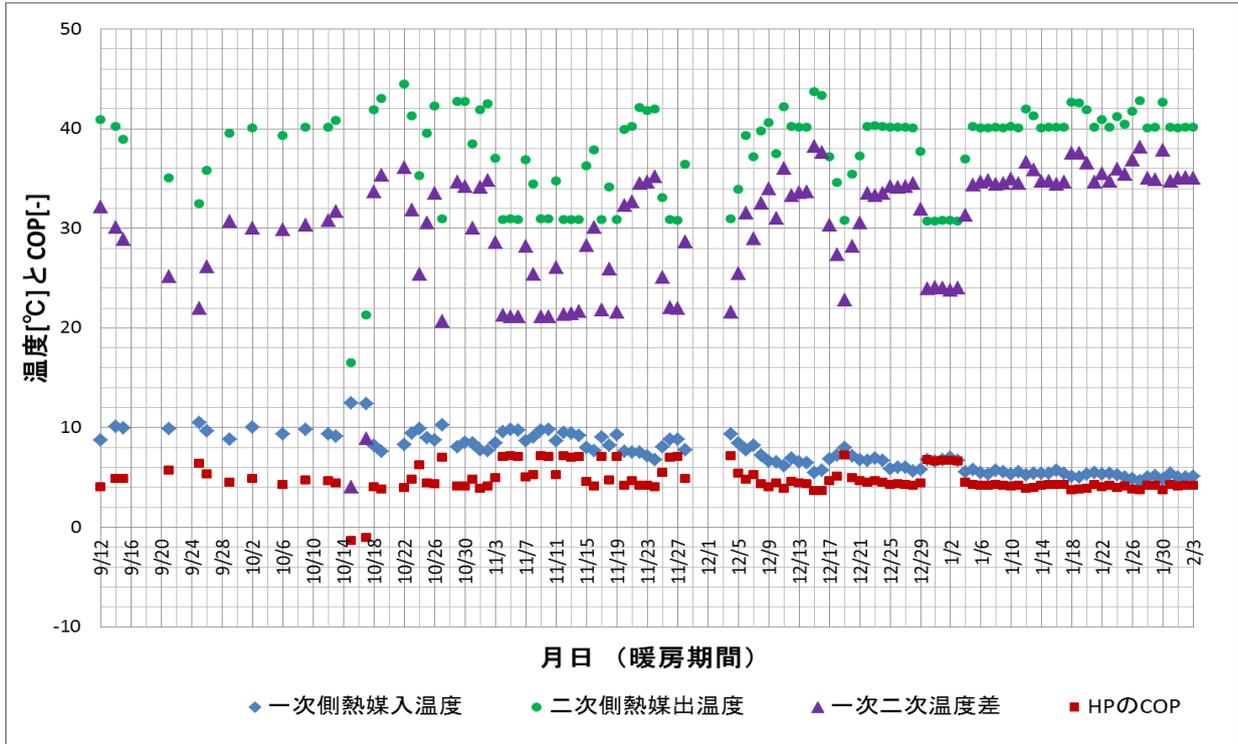


図 8-2 冷房期間の一次側熱媒入口温度と二次側熱媒出口温度の差と SCOP の推移

(3) 一次側二次側温度差と COP の関係

一次側熱媒入口温度と二次側熱媒出口温度の温度差と、COP との関係を見るために、この関係のグラフを図 8-3 に示す。

このグラフで分かるように、温度差が小さいほど COP は高くなることが明瞭である。これは、ヒートポンプの原理上の特徴が明瞭に表れたものである。

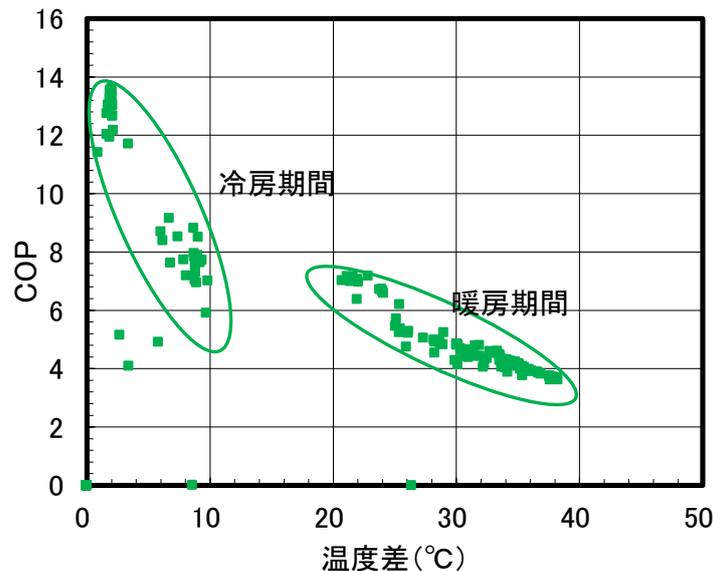


図 8-3 一次側熱媒入口温度と二次側熱媒出口温度の温度差と COP の相関関係

○ 付録

1. 地中熱用語集

本資料の中で用いられる当分野の専門用語を以下に解説する。

● 地中熱

地下約 200m より浅い地盤に賦存する温度が数十℃以下の低温の熱エネルギー。その起源は地表面からの太陽エネルギーと地殻深部からの熱流であるが、火山地帯をのぞくと太陽エネルギーの割合が極めて大きい。一般に 10m より深いところの地中温度はその土地の年間平均気温より 1～2℃程度高い。地中熱の特徴は、年間を通じて温度がほとんど変わらないことで、夏は冷たく、冬は暖かく感じる。これを利用して冷房や暖房に利用するものである。

● 地中熱交換器

冷房時には地中へ放熱、暖房時には地中より採熱を行うために地中に設置された熱交換器。垂直型と水平型がある。垂直型はボアホール（深さ 50～150m 程度）や基礎杭（深さ 10～30m 程度）の内部に、U 字管を挿入し構築される。水平型は地表面から深さ 3～5m 程度の地中に U 字管などを水平に埋設して構築される。

● 地下水熱利用

地下水は年間を通じて温度がほとんど変わらず、夏は冷たく、冬は暖かく感じる。これを利用して冷房や暖房に利用するものである。利用方法は、地下水を汲み上げてヒートポンプの熱源とする方法、地下や地上のタンクに地下水を汲み上げて熱交換器を設置して熱だけを取り出してヒートポンプの熱源にする方法などがある。地下水を汲み上げて熱利用する方式は「オープンループ」と呼ばれることもある。これに対して地下水を汲み上げずに、地下に熱交換器を設置して熱だけを熱媒に回収する方法は「クローズドループ」と呼ばれる。

● U 字管、U チューブ

地中熱の採放熱のため、ボアホールに挿入する先端を U 字状に接合した 2 本の管（主に樹脂管）。1 組の U 字管を用いるシングル U 字管型か、2 組を用いるダブル U 字管型が一般的。U 字管挿入後、ボアホール内の隙間には砂などが充填される。

● ヒートポンプ

環境温度より低い温度の物体（実際には空気や水などの流体）から熱を奪って（冷却）、高い温度の物体に熱を伝える（加熱）装置。冷却が目的ならば冷凍機、加熱が目的ならばヒートポンプと呼ばれるが原理は全く同じ。最近では、冷却と加熱の両方を目的とするものもヒートポンプと呼ばれている。ヒートポンプは冷蔵庫やエアコンでも用いられている。一般の家庭のエアコンのように室外機で外気に熱を捨てたり（冷房時）、外気から熱を取り入れたり（暖房時）しているものを空気熱源ヒートポンプとか空冷ヒートポンプと呼んでいる。外気との熱交換の代わりに水槽や冷却塔などで水に熱を捨てたり、水から熱を取り入れたりするものを水熱源ヒートポンプとか水冷ヒートポンプと呼んでいる。地中熱利用で使用するヒートポンプは、水熱源ヒートポンプである。

● 地中熱ヒートポンプシステム

地中熱を熱源とするヒートポンプを使用した空調や融雪等のシステム。地中熱の利用においてヒートポンプを用いない方法もある。ヒートポンプを使用することにより、15℃程度の暖かくない地中熱を少ない電力で効率的に30数℃まで昇温し暖房に使用できる。空気熱源ヒートポンプ（通常家庭用エアコン）では、0～5℃程度の冷たい外気から熱を取り入れて30数℃まで昇温しているため、地中熱利用に比べると昇温の程度が大きく、その分多くのエネルギーを要する。冷房時には、地中熱ヒートポンプシステムでは、室内の30℃程度の熱を15℃程度の冷たい地中に捨てているため、熱を捨てやすい。空気熱源ヒートポンプでは、室内の30℃程度の熱を、さらに温度の高い外気に捨てるため熱を捨てにくく、無理に捨てるために余分なエネルギーがかかる。

● COP (Coefficient of Performance,成績係数)、システム COP

ヒートポンプが生成する冷暖房熱量(W)と消費電力(W)の比で、以下のように定義される。

$$\text{COP} = \frac{\text{冷房(暖房)に利用する熱(出力) [W]}}{\text{ヒートポンプで消費するエネルギー(入力)}}$$

COPが大きいほどヒートポンプの効率が高いことを示す。最先端の機器ではCOPが6以上に達するものもあるが、一般的には3～6程度である。地中熱ヒートポンプシステムでは、一次側の熱媒循環のために循環ポンプを使用するので、上式で消費電力として（ヒートポンプ消費電力+循環ポンプ消費電力）を使用することが多く、その場合はシステムCOPと呼ばれている。

● COP_{ETV}

COP_{ETV}は、環境技術実証（ETV）事業で独自に定めたエネルギー効率の指標である。実証試験での実測値から算出した、実証試験期間中（冷房期間と暖房期間を合わせた期間）のシステムエネルギー効率の平均値である。

● サーマルレスポンステスト、熱応答試験

地中熱交換器周囲の地盤の熱伝導率や地中熱交換器の熱交換能力を推定するため、地中熱交換器に加熱した熱媒を循環させて熱媒の温度変化を測定し、熱伝導率や熱交換能力（地中熱交換器の熱抵抗）を求める試験方法。温度応答試験とも呼ばれる。

● 熱媒、熱媒体

ヒートポンプと外部との間の熱エネルギーの搬送媒体をいい、空調関係では水や空気などが用いられる。熱を顕熱の形で搬送する場合は、水の方が空気に比べて約3500倍も大きい熱エネルギーを送ることができる。

地中熱ヒートポンプシステムでは、一次側の熱媒は0℃以下になる場合があるので不凍液（ブライン）が用いられることが多い。気温が0℃以下となる恐れのある地域では、二次側（室内側）においても不凍液が使用される。不凍液としては、水にエチレングリコールやプロピレングリコールを混ぜた溶液が使用されることが多い。

● 冷媒

ヒートポンプの内部を循環してヒートポンプサイクルを形成する流体。一般的には代替フロンが用いられる。

「直膨式」といわれるタイプのヒートポンプシステムでは、二次側の室内機や一次側の地中熱交換器にまで、熱媒ではなく冷媒が循環して熱を搬送するものである。

● ヒートポンプ入口温度、出口温度

熱媒がヒートポンプに入る温度と出る温度。入口温度は熱媒の還り温度、出口温度は行き温度などということもある。地中熱交換器側からみると上記とは逆の関係になる。

● ヒートポンプの一次側、二次側

ヒートポンプの熱源側を一次側（地中熱の場合は地中熱交換器側）、冷暖房の対象となる施設側（室内機側）を二次側と呼ぶ。二次側は利用側とも呼ぶ。

● 温度差の単位

温度差の単位は JIS では、K（ケルビン）と℃（セルシウス温度）の両方が示されている。本 ETV の報告書では一般読者に分かりやすいように、通常は℃を用いることとしている。ただし、熱伝導率の単位[W/(m・K)]のようにセットになっている場合はKも使用する。なお、空調関係では[deg]が慣用的に用いられることがある。

● 熱伝導率、有効熱伝導率

「熱伝導率」は一般に純粋な物質や、地下水などの影響がない場合の岩石や土壌の熱伝導率を意味する。土壌は通常、複数の物質からなるうえ、それぞれが固体、液体、気体で構成され、各物質内および物質間で伝導・対流・放射などの現象が起こるため、非常に複雑な熱移動現象を表す。このため土壌の伝熱性能は、対象部分全体の平均的な熱伝導率、すなわち有効熱伝導率を用いて表されることが多い。地中熱利用の対象となる土壌は一般に地下水を含み、その地下水が流動していることもあるので、地下水やその流動の影響なども含めた有効熱伝導率が地中熱交換の性能には重要である。有効熱伝導率はみかけ熱伝導率ともいう。有効熱伝導率はサーマルレスポンス試験より求める。

● 地中熱交換井の熱抵抗値

地中熱交換井の熱抵抗 $R[K/(W/m)]$ は、1m 当たり 1W の熱交換をする場合に、熱抵抗により $R[K]$ の温度変化があることを表す。熱抵抗が大きい熱交換井では安定した温度をもつ地層と熱媒体との温度差が大きくなるので、夏には熱媒体が高温化し、冬には低温化する。すなわち、高い熱抵抗は地中熱利用システムにおいて COP を低下させる大きな要因となるため、熱抵抗はできるだけ低く抑えることが重要である。なお、「K」はケルビン温度で、温度の単位である。温度変化を表す場合は、K は℃と等しい。

● ヒートアイランド現象

都市部において気温が上昇する現象であり、最近顕著な環境問題の一つ。原因としては、空調システムや燃焼機器、自動車などの人工排熱の増加や、都市部における緑地・水面の減少な

どが挙げられる。地中熱利用では冷房排熱を大気中に放出しないので、ヒートアイランド現象の抑制に効果がある。

● 地熱

火山活動等に伴う地中の数百℃の熱エネルギー。主に発電に利用される。

● ブライン

熱媒として使用される不凍液のこと。熱媒は熱媒体、伝熱媒体とも呼ばれる。熱媒とは、ヒートポンプの一次側や二次側を循環して、地中とヒートポンプ、ヒートポンプと室内機との間で熱を運ぶ流体で、一般に水や不凍液が使われる。

● ボアホール

ボーリング機械で掘削される孔径が数 cm から 20cm 程度、深さが数 m から数百 m の孔。一般には揚水井、地質調査孔などとして利用されるが、地中熱利用では地中熱交換井として利用される。

2. 品質管理に関する事項等の情報

(1) 品質管理システムのあらまし

実証機関（特定非営利活動法人地中熱利用促進協会）が、本実証で行った品質管理・監査について記す。

1) 品質管理の方法

JIS Q 17025 および JIS Q 17020 の趣旨にしたがって品質管理を行った。

2) 品質管理・監査体制

本実証試験における品質管理・監査体制は、表 9-1 のとおりである。なお、各担当の品質管理及び監査の内容については、表 9-3 に示す。

表 9-1 実証機関の品質管理・監査体制

| 品質管理・監査担当 | 実証機関での役職 | 氏名 |
|-----------|----------|------|
| 総括責任者 | 総括責任者 | 笹田政克 |
| 品質管理責任者 | 実証機関事務局長 | 宮崎眞一 |
| 技術監査 | 実証機関技術監査 | 安川香澄 |

(2) 実証単位(A)の試験の品質管理

①本実証対象技術では、計測器の設置はあらかじめ申請者が自己負担で行っていた。そのため、実証機関は試験開始前に、設置されている計測器が実証要領の規定に合致するかどうかの確認を行った。

②試験開始後は、計測データの回収は実証申請者に依頼して行ったが、計測データの解析、品質の確認は実証機関で行った。

③実証機関は、試験開始後も現地確認を行った。

(3) 試験の準備確認と試験確認

試験の準備確認を 1 回、試験の確認を 3 回行った。試験での実証機関の確認日と確認者を表 9-2 に示す。

表 9-2 試験での実証機関の現地確認日と確認者

| | 現地確認日 | | 現地確認者 | | | | |
|---------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|------|
| | | | 品質管理担当 | 実証機関での役職 | 氏名 | | |
| 確認日と確認者 | 準備確認 | 5 月 30 日 | 品質管理責任者 | 実証機関事務局長 | 宮崎眞一 | | |
| | | 試験確認 | 7 月 27 日 | 品質管理責任者 | 実証機関事務局長 | 宮崎眞一 | |
| | 9 月 25 日 | | | | 総括責任者 | 笹田政克 | |
| | | | | | | 実証機関技術監査 | 安川香澄 |
| | | | | 品質管理責任者 | 実証機関事務局長 | 宮崎眞一 | |
| | | | | | 試験担当 | 小間憲彦 | |
| | 12 月 26 日 | 品質管理責任者 | 実証機関事務局長 | 宮崎眞一 | | | |

(4) 品質管理の内容

表 9-1 に示した各担当による品質管理・監査の内容は表 9-3 にまとめて示した。

表 9-3 品質管理及び監査の内容

| 対象 | 品質管理 | | 監査 | |
|------------------|---------|--|---------------------|--|
| | 責任者 | 対策実施内容 | 担当 | 監査内容 |
| 試験方法の妥当性 | 品質管理責任者 | <ul style="list-style-type: none"> 試験は、実証要領の規定に従い計画し実施した。 上記のことは、品質管理責任者が現地で確認をした。 | 実証機関総括責任者及び実証機関技術監査 | <ul style="list-style-type: none"> 実証計画書作成時に、監査を行った。 現地で監査を行った。 |
| 測定機器の精度、測定設備の妥当性 | 品質管理責任者 | <ul style="list-style-type: none"> 測定機器の精度は実証要領に従い現地で確認した。 測定機器の精度を品質管理責任者が確認した。 | 実証機関総括責任者及び実証機関技術監査 | <ul style="list-style-type: none"> 実証試験開始時に担当者から確認を行った。 現地で監査を行った。 |
| データの取得 | 品質管理責任者 | <ul style="list-style-type: none"> 測定データの取得はデータロガーに記録することとし、データロガーに記録されたデータは実証申請者が行い、実証機関に送付した。記録と送付方法は試験担当者が試験実施場所で確認した。 | 実証機関総括責任者 | <ul style="list-style-type: none"> 試験開始時に担当者から確認を行った。 現地で監査を行った。 |
| データの保管 | 品質管理責任者 | <ul style="list-style-type: none"> 測定データの保管は、品質管理責任者が行った。 | 実証機関総括責任者 | <ul style="list-style-type: none"> 試験終了後、監査を行った。 |

| | | | | |
|---------------------|-------------|---|-------------------------------------|--|
| 測定の特 レーサビ リティ | 品質管理 責任者 | <ul style="list-style-type: none"> 測定機器や測定方法は明瞭に記録しており、測定の特レーサビリティを確保した。 | 実証機関 総括責任 者及び実 証機関技 術監査 | <ul style="list-style-type: none"> 試験終了後に監査を行った。 |
| データの 検証 | 品質管理 責任者 | <ul style="list-style-type: none"> 測定データの整理・解析は試験担当の技師が行い、その結果は品質管理責任者が確認した。 | 実証機関 総括責任 者 | <ul style="list-style-type: none"> 実証期間の終了後監査を行った。 |
| 実証報告 書の妥当 性 | 品質管理 責任者 | <ul style="list-style-type: none"> 実証報告書は、品質管理責任者、総括責任者、技術監査が確認した。また技術実証検討会の了承を得た。 | 実証機関 総括責任 者及び実 証機関技 術監査 | <ul style="list-style-type: none"> 技術実証検討会の資料及び報告書の原稿に対して、監査を行った。 |

○ 資料編

添付資料 1 熱媒の技術資料

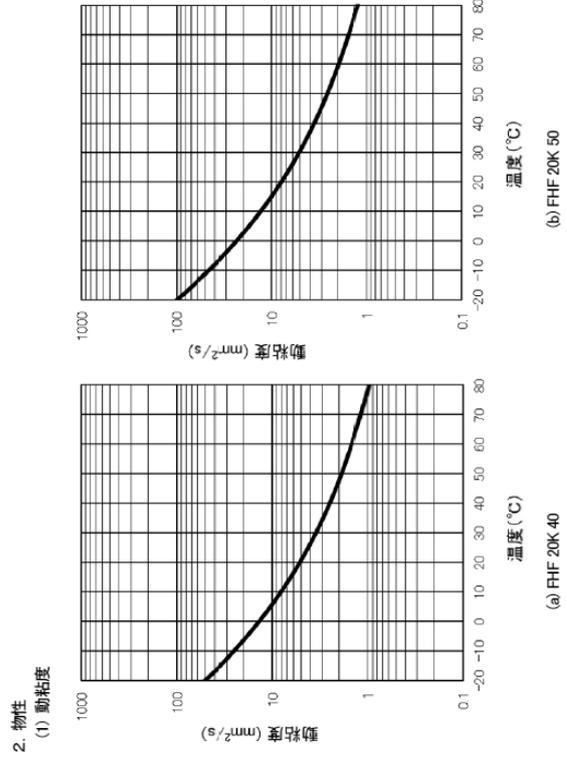
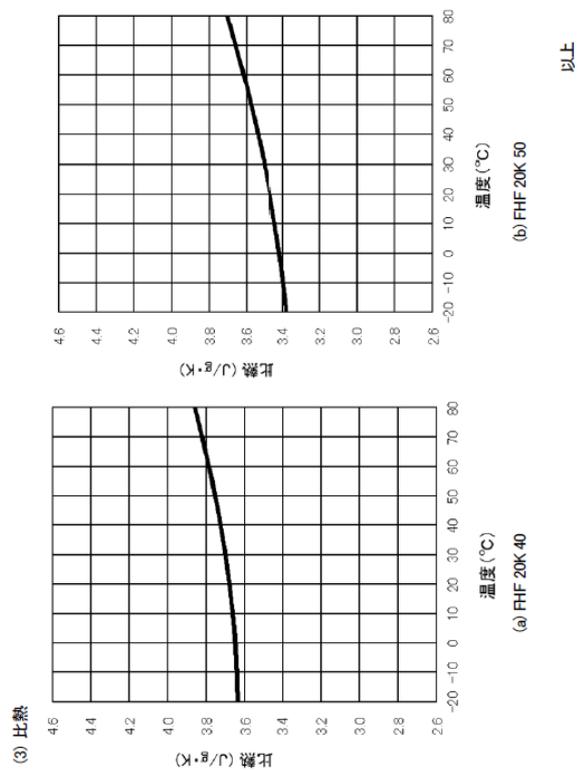
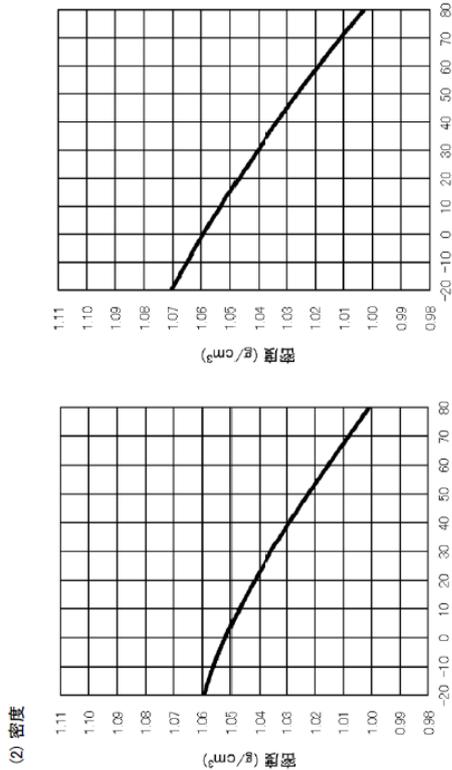
サンポット株式会社 御中
 2017年8月4日
 ショーワ株式会社
 プライム・オート技術室
 承認 審査 作成

サンポット純正不凍液の防食性能および物性

1. 防食性能
 (1) 試験方法
 JIS K2234(不凍液)に準拠する。ただし、各金属間はポリエチレンスプレーサーで絶縁した。
 (2) 試験結果
 腐食試験結果・・・表1

表1 腐食試験結果

| 項目 | FHF20K 40 | FHF 20K 50 |
|----------------------------|-----------|------------|
| 質量変化 (mg/cm ²) | -0.02 | -0.04 |
| 銅 | -0.01 | -0.02 |
| 黄銅 | -0.01 | +0.02 |
| 鋼 | -0.02 | +0.02 |
| 鋅鉄 | 著しい変化なし | 著しい変化なし |
| 包相 | +0.2 | +0.3 |
| pH変化 | 0.05以下 | 0.05以下 |
| 沈澱量 | | |
| 試験後の液の性状 | | |



添付資料 2 熱媒の安全データシート

サンボット純正温水暖房用不凍液 FHF-2K40, 5K40, 20K40 1/5

安全データシート (SDS)

1. 製品及び会社情報

1.1 製品の特定

SDS 番号 : SWB-1400-05
 製品名 : サンボット純正温水暖房用不凍液 FHF-2K40, 5K40, 20K40
 製品分類 : 不凍液
 主な用途 : 熱媒体

1.2 会社情報

会社名 : ショーワ株式会社
 住所 : 〒508-1261 岐阜県岐阜市郡養老町鷺巣 764
 担当部門 : 品質保証部
 電話番号 : 0584-32-3105
 傳真番号 : 0584-32-3107
 制定日 : 1989年9月1日
 改訂日 : 2015年9月14日

2. 危険有害性の要約

最重要危険有害性及び影響 :
 健康有害性 : 飲用不可。
 環境影響 : 生分解性は良好だが、水生生物に有害のおそれ。
 物理的及び化学的危険性 : 消防法 非該当。
 特定の危険有害性 : 毒性はきわめて弱いが皮膚に繰り返し触れると湿疹を生じることがある。眼に入ると一時的な痛みを感じ、障害を生じることがある。
 他の危険有害性 : 有用な情報なし。
 懸念される非常事態の概要 : 火災時、燃焼により刺激性または有毒なフュームやガスを発生するおそれがある。

3. 組成・成分情報

単一製品・混合物の区別 : 混合物
 含有成分及び含有量

| 成分名・化学名 | 含有量 mass% | CAS No. | 化審法 No. | 安審法 No. | 化管法 No. | 毒劇法 No. |
|------------|--------------|-----------|---------|---------|---------|---------|
| プロピレングリコール | 39~41 | 57-55-6 | 2-234 | 非該当 | 非該当 | 非該当 |
| 水 | 50~58 | 7732-18-5 | 非該当 | 非該当 | 非該当 | 非該当 |
| 薬業化合物、その他 | Rest | 非公開 | 非公開 | 非該当 | 非該当 | 非該当 |

注) 化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律(化審法)官報公示整理番号。
 労働安全衛生法(安審法)第57条の2第1項政令指定物質の政令番号。
 特定化学物質の環境への排出量の把握及び管理の改善の促進に関する法律(指定化学物質)の政令番号。
 毒物及び劇物取締法の政令番号。

4. 応急措置

吸入した場合 : 多量に蒸気・ミスト等を吸い込んだ場合、直ちに空気の新鮮な場所へ移し、保温して安静にすること。もし呼吸が不規則な場合や吐き気がする場合は、速やかに医師の診察を受けること。
 皮膚に付着した場合 : 汚染された衣服を脱ぎ、皮膚に付着した液を布帛等で吸い取り、石鹸水で十分に洗浄すること。外側に変化が見られたり、痛みがある場合は医師の診察を受けること。

ショーワ株式会社

接触回避：「10. 安定性及び反応性」を参照。

保管：

適切な保管条件：

- ① 直射日光を避け、風通しの良い冷暗所に保管すること。
 - ② 子供の手の届かない所に、施錠して保管すること。
- 安全な容器包装材料： 容器は密栓できるものを用いること。破損、腐食、割れ等かきものを使用する。
 保管時における開栓法： 特になし。

8. ばく露防止及び保護措置

- 管理濃度： 未設定
 許容濃度： 未設定
 設備対策： 工場内で取扱い場合は、吸排気が十分取れる設計にすること。
 許容濃度以下に保つために全体換気装置又は局所排気装置を設置する。
 取扱い場所の近くに安全シャワー、手洗い、洗眼設備を設け、その位置を明顯に表示する。
 保護具： 呼吸保護具； 必要に応じて呼吸保護マスク(有機ガス用防毒マスク)を使用する。
 手の保護具； ゴム製保護手袋
 目の保護具； 作業眼鏡、ゴーグル、保護面
 皮膚及び身体の保護具； 保護衣、安全靴、安全帽等
 衛生対策： 取扱い後はよく手を洗うこと。汚れた衣服は密着、洗濯してから再使用する。

9. 物理的及び化学的性質

- 9.1 製品の物理的及び化学的性質
- | | |
|----------|-------------------------------------|
| 外観： | 緑色液体 |
| pH値(室温)： | 6.7~7.7 |
| 引火点： | なし |
| 密度： | 1,031~1,051 kg/m ³ (20℃) |
- 臭い： わずかな臭い
 凍結温度： -20℃以下
 溶解度： 水に任意の割合で混和する。

9.2 主原料(プロピレングリコール)の物理的及び化学的性質

- | | | | |
|-------|------------------------|-------|------|
| 蒸気圧： | 11Pa 未満(20℃) | 蒸気密度： | 2.62 |
| 爆発範囲： | 下限 2.6vol%、上限 12.5vol% | 着火温度： | 371℃ |
| 引火点： | 107℃(開放式) | | |

10. 安定性及び反応性

- 化学的安定性： 通常の条件では安定である。
 危険有害反応の可能性： 発火性なし、酸化性なし、自己反応性なし、爆発性なし。
 避けるべき条件： 溶融危険物質との接触、高温、直射日光。
 混雑危険物質： 強酸化剤、強酸、強塩基
 危険有害な分解生成物： 加熱により、刺激性または有害なガスが発生するおそれがある。

11. 有害性情報(人)についての症例、疫学的情報を含む)

- 11.1 製品に関する有害性情報
 この製品に関する有用な情報はなし。
- 11.2 主な成分の有害性情報
 ◆プロピレングリコール
 急性毒性(経口)： 誤飲した場合、毒性は非常に低い。少量を誤飲しても有害な影響があると予見されな
 い。
 ラット LD₅₀ 約 20g/kg

眼に入った場合： 直ちに大量の消水で流水で15分以上洗眼すること。コンタクトレンズを着用している
 容易に外せる場合は外すこと。その後洗眼を続け、眼の刺激が軽減する場合は、医師の診断を受け
 ること。

飲み込んだ場合： 水でよく口をすすぎ、多量の水を飲ませた後直ちに吐き出させ、保温すること。異常が感じられる
 場合は、医師の診断を受けること。
 予想される急性症状及び慢性症状： 有用な情報なし。
 最も重要な兆候及び症状： 有用な情報なし。
 応急措置をする者の保護： 救助者は、状況に応じて適切な保護具を着用する。
 医師に対する特別な注意事項： 有用な情報なし。

5. 火災時の措置

- 消火剤： 不燃性である。当該物質を巻き込んだ周辺火災の場合は適切な消火剤を使用すること。
 水噴霧、炭酸ガス、耐アルコホル泡(フルコホーム)、粉末(ドライケミカル)、乾粉等
 使ってはならない消火剤： 有用な情報なし。
 特有の危険有害性： ① 加熱時には容器が破裂するおそれがある。
 ② 火災時には刺激性及び毒性のガスを発生するおそれがある。
 特定の消火方法：
 ① 火災発生箇所の周辺に関係者以外の立ち入りを禁止する。
 ② 危険でなければ火災区域から容器を移動する。
 ③ 移動不可能な場合は、容器を破損しないように注水し、冷却する。
 ④ 消火作業は風上から行い、延焼を防ぐため周囲のタンク、建物にも放水する。
 ⑤ 場合によってはガスが発生するので、呼吸用保護具を着用すること。
 消火を行う者の保護： 適切な保護具(耐熱性着衣、手袋、空気呼吸器等)の呼吸保護具(など)を着用する。

6. 漏出時の措置

- 人体に対する注意事項/保護具及び緊急時措置：
 ① 漏出した場所の周囲にロープを張るなどして、関係者以外の立ち入りを禁止する。
 ② 作業者は適切な保護具(18. ばく露防止及び保護措置)の項を参照)を着用し、眼、皮膚への接触や吸入を避け
 る。
 ③ 作業は風上から行い、風下の人を避離させる。
 ④ 屋内で漏出した場合は、窓ドアを開けて十分に換気を行う。
 環境に対する注意事項：
 ① 洗った水等は、地面や排水溝等にそのまま流さないこと。
 ② 原液が河川等に排出され、環境へ影響を起さないように注意すること。
 除去方法：
 ① 少量の場合はウェス等でふき取り、多量の水で希釈して洗い流す。
 ② 多量の場合は土のうなどで流出を防ぎ、液はホブなどでできるだけ空容器に回収する。漏出した場所に残った
 液はウェスや布、おが屑等を用いて吸収させて回収し、多量の水で洗い流す。
 ③ 廃棄物は、開示法令等に基づいて処理すること。
 二次災害の防止策： 特になし。

7. 取扱い及び保管上の注意

- 取扱い：
 技術的対策： 18. ばく露防止及び保護措置)に記載の設備対策を行い、保護具を着用する。
 局所排気/全体換気； 18. ばく露防止及び保護措置)に記載の局所排気、全体換気を行う。
 安全取扱い注意事項：
 ① 換気の良い場所で使用し、容器はその都度密栓すること。みだりに蒸気発生させないこと。
 ② 飛散させないよう慎重に取扱い、取扱い後は手や顔、口、眼をよく洗うこと。



15. 適用法令
- ① 海洋汚染防止法：有害液体物質(Y類及びZ類物質を含む)(施行令別表第1)
 - ② 廃掃法：産業廃棄物(法第2条第4項第1号、施行令第2条)
 - ※ 都道府県又は市町村条例により規制が異なる場合があるので、詳細は当該自治体にご確認ください。

16. その他の情報(引用文献)
- 16.1 RoHS指令有害物質(6物質)の有無 *1)：何れも、意図的含有はなし。
*1)D.8物質とはカドミウム、鉛、水銀、六価クロム、ポリブロモビフェニルエーテル、ポリブロモジブフェニルエーテルである。
 - 16.2 引用文献
 - ① 自社データ及び原料メーカーのSDSを引用
 - ② 製品評価技術基盤機構ホームページ(2015年1月のデータ)
 - ③ 聯協の安全サイトのホームページ(2015年1月のデータ)
 - ④ 法律に関するホームページ

※発毒
安全データシートは、危険有害な化学製品について、安全な取扱いを確保するための参考情報モデルの一つとして、取扱う事業者
に提供されるものです。取扱う事業者は、これを参考として、自らの責任において、個々の取扱いなどの実態に応じた適切な処置を
講ずることが必要であることを理解した上で、活用されるようお願いいたします。
従って、本データシートそのものは、安全の保証書ではありません。ここに記載された数値は、精製値や品質を保證する数値ではありません
また、記載された情報は現時点で正確なものと考えられますが、危険・有害性の評価は必ずしも完全なものではなく、新知見
によって変わることがあります。



皮膚腐食性及び刺激性：長期間の接触でも、実質的には皮膚刺激作用はない、繰り返し接触により、皮膚の剥離と赤化を起すことがある。
ウサギ LD₅₀ >2,000mg/kg
眼に対する重篤な損傷又は刺激性：軽度の一過性眼刺激を起すことがある。角膜損傷は起らないであろう。ミストは眼を刺激することがある。
呼吸器刺激性又は皮膚感作用：20%水溶液では少数例(15%)に感作性の陽性が報告されたが、研究報告による発生率に差があり。
生殖毒性：動物実験では発がん性未表示していない。
発がん性：動物実験では発がん性未表示していない。
特定環境影響毒性(単回又は回)：経口、マウス、モルモット、ウサギ、イヌの高容量で中枢神経抑制、運動失調、麻酔作用が認められている。

◆窒素化合物
生殖毒性：妊娠マウスの器管形成期に経口投与した発生毒性試験において、母動物が体重増加抑制を示した用量で、着床後および平均胎仔数の有意な減少、死亡仔および早期死亡の有意な増加が認められ、また、ラットの妊娠期間から授乳期まで経口投与した試験において、授乳期から授乳期まで経口投与した試験で仔の死亡率の増加と出生時の平均胎仔数の減少が報告されている。また、ラットの妊娠期間から授乳期まで経口投与した試験において、授乳期から授乳期まで経口投与した試験で仔の死亡率の増加と出生時の平均胎仔数の減少が報告されている。また、ラットの妊娠期間から授乳期まで経口投与した試験において、授乳期から授乳期まで経口投与した試験で仔の死亡率の増加と出生時の平均胎仔数の減少が報告されている。また、ラットの妊娠期間から授乳期まで経口投与した試験において、授乳期から授乳期まで経口投与した試験で仔の死亡率の増加と出生時の平均胎仔数の減少が報告されている。

12. 環境影響情報
生態毒性(魚毒性)：水生生物に有害なおそれがある。
魚類(ニジマス) 96時間LC₅₀ = 0.54 mg/L(窒素化合物)
残留性/分解性：有用な情報なし。
生体蓄積性：有用な情報なし。
土壌中の移動性：有用な情報なし。
オゾン層への有害性：モンリオール認定書の付属書にリストアップされていない。

13. 廃棄上の注意
残余廃棄物：
① 容器に付着した製品や機械装置等を洗浄した排水等は、地面や排水溝にそのまま流さないこと。
② 都道府県の知事などの許可を受けた産業廃棄物処理業者、もしくは地方公共団体がその処理を行っている場合にはそこに委託して処理する。
③ 廃棄においては、関係法規及び地方自治体の基準にしたがうこと。
汚染容器及び包装： 使用済みの容器は内容物を完全に除去した後、関連法規並びに地方自治体の基準に従って適切な処分を行うこと。

14. 輸送上の注意
国際規制：
国連分類/国連番号： 非該当/非該当
危険等級： 非該当
国内規制：
陸上輸送： 特になし。
海上輸送： 特になし。
航空輸送： 特になし。
特別安全対策： ① 輸送の際は、容器に漏れの無いことを確かめ、荷崩れの無いように処置を講ずること。
② 取扱い及び保管上の注意の項の一般的な注意に従う。