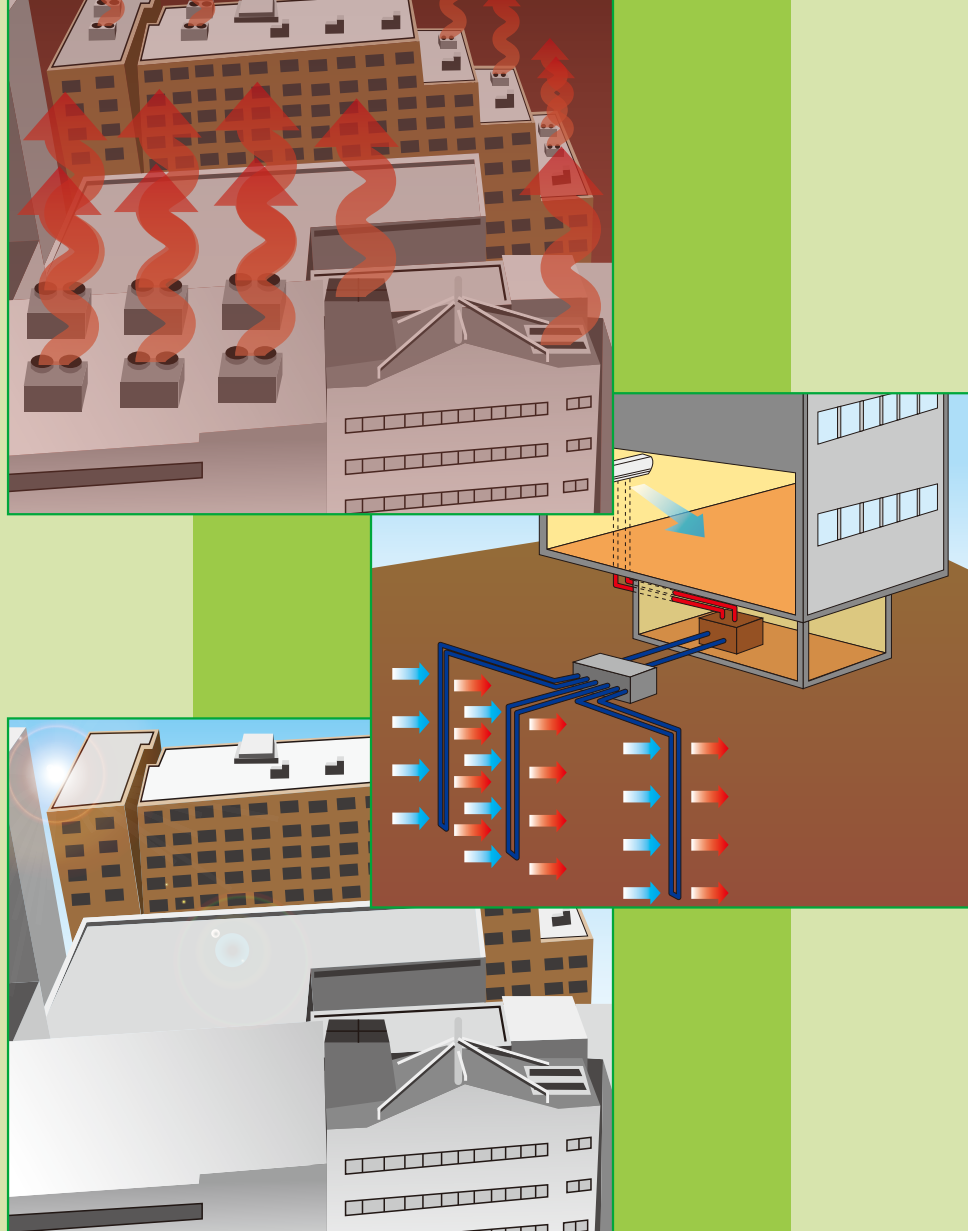




環境技術実証事業 広報資料



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)

平成24年度実証対象技術の環境保全効果等



目次

I. はじめに	1
■広報資料策定の経緯	1
■広報資料の基本構成	1
II. 用語の解説	2
III. 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）と実証試験の方法について（平成24年度）	4
■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）とは？	4
■「空気熱源ヒートポンプなどによる空調システム」と「地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システム」との違いについて	5
■実証試験の概要	7
■実証項目について	8
(1) 実証単位（A）システム全体	9
(2) 実証単位（B）地中熱・下水等専用ヒートポンプ	10
(3) 実証単位（C）地中熱交換部	10
IV. 平成24年度実証試験結果について	13
■実証を実施した機関	13
■実証試験結果報告書実証全体の概要の見方	13
■実証試験結果報告書（実証全体の概要）	21
V. これまでの実証対象技術一覧	56
VI. 「環境技術実証事業」について	57
■「環境技術実証事業」とは？	57
■事業の仕組みは？	57
(1) 事業の実施体制	58
(2) 事業の流れ	59
■ヒートアイランド現象と対策	61
■ヒートアイランド対策技術分野について	61
■なぜヒートアイランド対策技術分野を実証対象の技術分野としたのか？	62
■なぜ地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システムを実証対象としたのか？	62
■実証対象技術について	64
■実証番号を付した固有の環境技術実証事業ロゴマーク（個別ロゴマーク）	64
■環境技術実証事業のウェブサイトについて	65
【参考文献】	66

I. はじめに

■広報資料策定の経緯

環境省では環境技術の普及促進を目指して、「環境技術実証事業（ETV 事業。以下、「実証事業」といいます）」を実施しています。この実証事業では、さまざまな分野における環境技術（個別の製品も含めて、幅広く「環境技術」という言葉を使います）を実証しています。

ここでいう実証とは、「第三者である試験機関により、既に実用化段階にある技術（製品）の性能が試験され、結果を公表」することです。技術や製品の実用化等の前段階として行う「実証実験」とは異なる意味であり、また、JIS 規格のように何かの基準をクリアしていることを示す認証でもありません。（事業の詳細は、この冊子の VI 章をご覧ください）

この冊子（広報資料）は、本事業において平成 24 年度に実証された技術（製品）について、その環境保全効果等を試験した結果の概要を示したものであり、環境技術や、環境技術を使った環境製品の購入・導入をお考えのユーザーの方々に、知っていただくために作成したものです。

なお、平成 23 年度以前に実証された技術に関する試験結果については、環境技術実証事業ウェブサイト内の「これまでの実証成果」中の「実証済み技術一覧」（<http://www.env.go.jp/policy/etv/verified/index.html#01>）よりダウンロードして、ご覧になれます。

■広報資料の基本構成

この広報資料では、まず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）における実証試験の結果を理解する上で必要となる、「II. 用語の解説」「III. 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）と実証試験の方法について（平成 24 年度）」において用語や今回実施した試験の方法について解説しています。

その上で、平成 24 年度に実施された実証試験の結果を「IV. 平成 24 年度実証試験結果について」にまとめています。なお、IV 章の内容は、あくまで試験結果の概要ですので、試験結果の詳細についてもご確認になりたい場合には、実証事業ウェブサイト内の「これまでの実証成果」中の「実証済み技術一覧」（<http://www.env.go.jp/policy/etv/verified/index.html#01>）からご覧ください。

「V. これまでの実証対象技術一覧」では、平成 24 年度の実証対象技術も含め、これまで実証してきた技術を一覧で示しています。

最後に「VI. 「環境技術実証事業」について」では、この実証事業全体の流れや、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）を対象とした経緯、ロゴマークやウェブサイトについて解説しています。

II. 用語の解説

この広報資料では、実証事業や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）に関する以下のような用語を使用しています。

表2:この広報資料で使用されている用語の解説

用語	定義・解説
＜実証事業に関する用語＞	
実証対象技術	実証試験の対象となる技術を指す。本分野では、「地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システム技術」を指す。
実証対象製品	実証対象技術を製品として具現化したもののうち、実証試験で実際に使用するものを指す。（具体的には「〇〇社」の「〇〇ヒートポンプシステム」）
必須項目	実証するために必須な試験項目。実証単位毎に必須項目が設定されている。
任意項目	必ずしも実証する必要はないものの、重要な項目であるため、実証機関が環境省と協議の上、可能な限り実証することが望ましい項目。
実証運営機関	本事業の普及を図るための企画・立案及び広報・普及啓発活動、事業実施要領の改定案の作成、実証機関の公募・選定、実証試験要領の策定又は改定、本事業の円滑な推進のために必要な調査等を行う。
環境技術実証事業運営委員会	本委員会は、有識者（学識経験者、ユーザー等）で構成され、実証対象技術に関し、公正中立な立場から議論を行う。また、実証運営機関が行う実証事業の運営に関し、専門的知見に基づき検討・助言を行う。
実証機関	実証試験要領案の作成、実証対象技術の企業等からの公募、実証対象とする技術の設定・審査、実証試験計画の策定、実証試験の実施、実証試験結果報告書の作成、ロゴマーク及び実証番号の交付事務等を行う。
技術実証検討会	本検討会は、実証対象技術に関する有識者（学識経験者、ユーザー等）で構成され、実証機関が行う実証試験要領案の作成や実証試験計画の策定、実証試験の実施等に関し、専門的知見に基づき検討・助言を行う。
実証申請者	技術実証を受けることを希望する者を指す。開発者や販売事業者等。
＜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）に関する主な用語＞	
ヒートアイランド現象	都市の中心部の気温が、郊外に比べて島状に高くなる現象であり、近年都市に特有の環境問題として注目を集めており、大気に関する熱汚染とも言われている。
ヒートポンプ	温度の低いところから温度の高いところへ熱を移動させる仕組み。身の回りにあるエアコンや冷蔵庫等に利用されているエコ技術である。
実証単位（A）システム全体	地中熱交換部からヒートポンプまでを含めた、地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システムに関わる技術全体。
実証単位（B）地中熱・下水等専用ヒートポンプ	地中熱や地下水熱、下水熱等を熱源として想定し、各熱源温度を適正温度範囲とする水冷式ヒートポンプ。設備機器メーカーが販売する既製品単位である。
実証単位（C）地中熱交換部	地中熱交換井からヒートポンプの地中熱源側の熱媒出入り口までを範囲とするシステム。土木系企業の技術のみで設置が可能な技術範囲である。
熱媒循環部	U チューブ（U字管）を代表とする、地中と熱交換する熱媒を循環させるための管。開口部のない閉鎖型と、孔内に熱媒を放出する開放型を対象とする。
熱媒	地中及びヒートポンプ内で熱交換を行なう物質で、水や不凍液がある。

用語	定義・解説
＜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）に関する主な用語＞（続き）	
システムエネルギー効率（システム COP）	Coefficient Of Performance の略称。冷房機器などのエネルギー消費効率の目安として使われる係数。消費電力 1kW あたりの冷却・加熱能力を表した値である。COP の大きいものほど省エネ効果が高くなる。
システムエネルギー効率（APF）	Annual Performance Factor の略称で、システムエネルギー効率（システム COP）の年間の値を表す。
サーマルレスポンス試験（TRT）	地中熱交換部【実証単位（C）】に対する熱媒の循環試験を行うことで、地中熱交換部の熱抵抗、地盤の熱伝導率を推定する試験である。

Ⅲ. 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）と実証試験の方法について（平成24年度）

■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）とは？

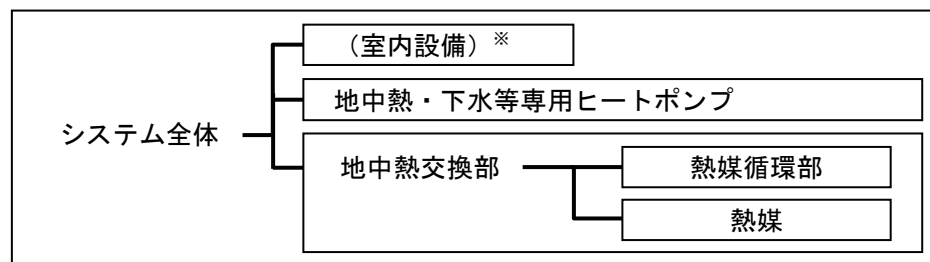
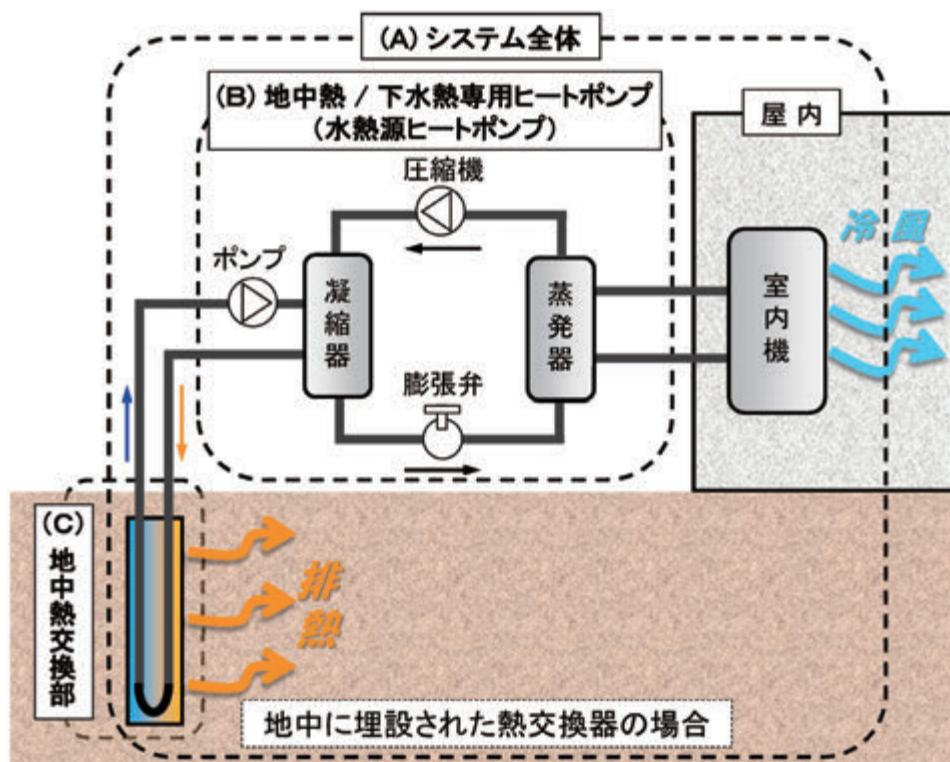


図3-1: 実証対象技術の全体像

※室内設備は、ヒートポンプの二次側熱媒出入口よりも室内側に設置される空調関連機器を指す。平成24年度の実証試験では、室内設備は実証の対象外として位置づけており、室内設備を含めた実証試験を任意試験としている。

平成24年度の本事業が対象とする「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）」は、オフィス、住宅等から発生する人工排熱低減技術で、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冷暖房を行うシステム全般です。地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システムは、多層的な技術の組合せで構成され、各層での製品や技術を有する企業からの実証申請を想定していることから、実証対象として想定される技術は、図3-1のように、階層的に分類されています。

当実証試験は、ヒートアイランドの抑制効果の実証を目的とするため、主に地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システムによる地中との熱交換量、または地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システムのエネルギー効率を測定しています。そのため、図3-2に示す（A）～（C）の技術のまとまり（単位）で実証試験を実施する必要があります。この単位を「実証単位」と定義しています。また、実証単位により、実証項目も異なります。実証項目については、この章の「■実証項目について」に記載しました。



※本図は、ヒートポンプ・室内間の熱の輸送を、熱媒を通して行う間接方式の例で、地中熱交換部はUチューブ(U字管)式の冷房稼働時の例を示す。なお、図3-4の左側に示すような地下水(貯水池)・河川・下水等の熱交換機の場合には、実証単位(C)は省略される。

図3-2: 地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システムにおける各実証単位

■「空気熱源ヒートポンプなどによる空調システム」と「地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システム」との違いについて

空気熱源ヒートポンプなどによる空調システムは、夏季の日射や屋外からの熱移動、OA機器などの電気機器、人間活動及び給湯設備などの熱で室温が上昇した室内から冷房で奪った熱を、空調排熱として室外機などから外気へ排熱するものを指します。例えば、室内の熱を室外機で排熱する一般のエアコン、業務用エアコン（パッケージエアコン）としてビル空調で使用されるビル用マルチ／空冷ヒートポンプチャラー（空気熱源ヒートポンプ）／冷却塔などが該当し、外気へ排熱することが気温上昇につながっています（図3-3）。

それ以外の空調システムとして、室内冷房で奪った熱を地中や下水等に排熱し、外気へ排熱しないものがあります（図3-4）。そのような空調システムを本事業では「地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システム」と呼んでいます。地中熱等（地下水・河川・下水等の熱も含む）は、冬は外気よりも暖かく、夏は外気よりも冷たいという特性を有することから、この空調システムは、地中等（地下水・河川・下水等も含む）と室内との温度差が小さいため、空気を熱源とするよりも効率よく建築物の冷暖房を行うことができます。

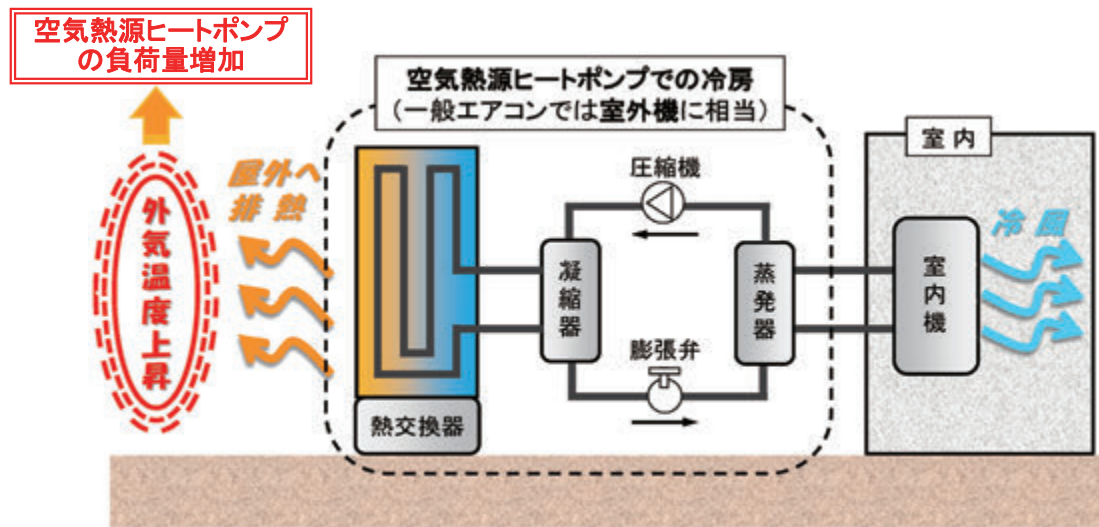
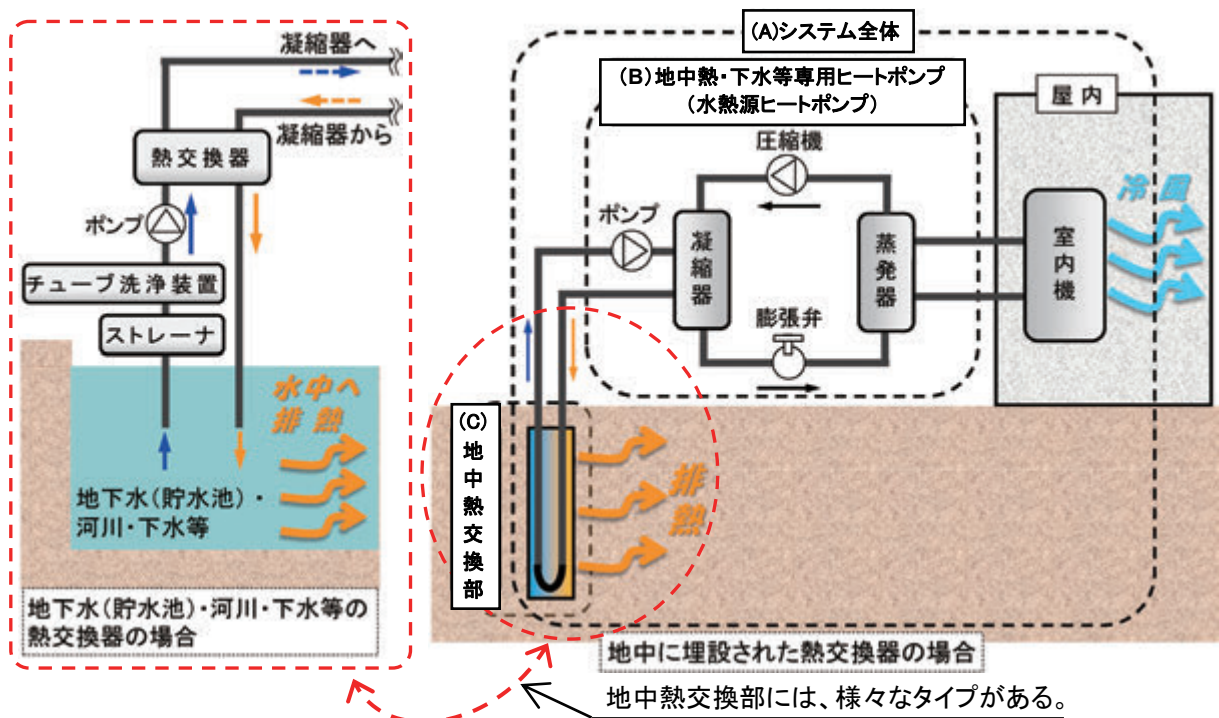


図3-3:室内から奪った熱を外気に排熱する空調システムでの冷房稼働の例(イメージ図)



※本図は、ヒートポンプ・室内間の熱の輸送を熱媒で行う間接方式、地中熱交換部はUチューブ式の例。

図3-4:室内から奪った熱を地中や下水等へ排熱される空調システムでの冷房稼働の例(イメージ図)

【参考】業務用エアコン（パッケージエアコン）について

1. 図3-5に示すとおり、業務用エアコンの国内出荷台数は、毎年70万台前後で推移しており、平成9年（1998年）以降の出荷台数は平成24年までの累計で約1,077万台^注になる。

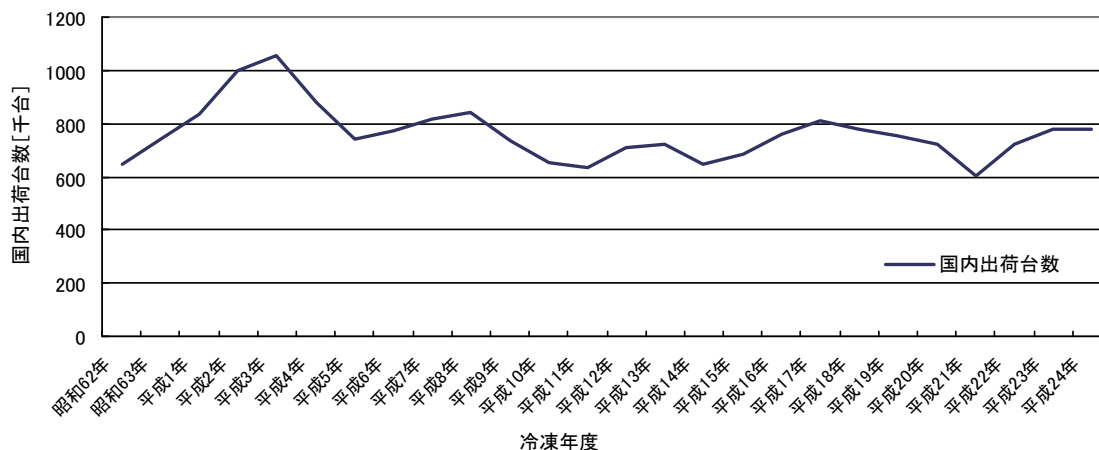


図3-5:業務用エアコン(パッケージエアコン)の国内出荷台数推

(出典:一般社団法人 日本冷凍空調工業会)

注)パッケージエアコンの法定耐用年数(減価償却資産の耐用年数)は、大きさや出力で年数は異なるが、最長のもので15年である。そのため、平成24年時点で法定耐用年数内にある最大累積台数を目安として算出した。

2. 空調排熱はその熱源システムにより、空気（外気）へ排熱するもの（空冷式）と、それ以外のもの（地中熱・下水等を利用した水熱源ヒートポンプ等の水を介して地中等に排出するもの）とがあるが、ヒートアイランド対策の観点からは、冷房効率の向上等による総排出熱量の抑制、空冷式以外の熱源システム選択による空気（外気）へ排熱抑制が望ましいと考えられる。一方、空冷式（空気熱源ヒートポンプなど）の空調機器は、パッケージエアコンの出荷台数の98%以上を占めるといわれている。（平成15年度本事業のヒートアイランド対策技術の第1回検討会より。）

■ 実証試験の概要

実証試験は、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）の「実証試験要領」に基づき実施されます。実証の対象となるシステム・製品について、以下の各項目を実証しています。

- システム効率（システムエネルギー効率、地中との熱交換効率）
- 地中との熱交換効率を決定する要素
- 地中熱交換部における熱性能以外の要素

■ 実証項目について

「地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システム」の技術分野での実証項目は、実証単位により異なりますが、各実証単位での実証項目の構成を図3-6に示します。

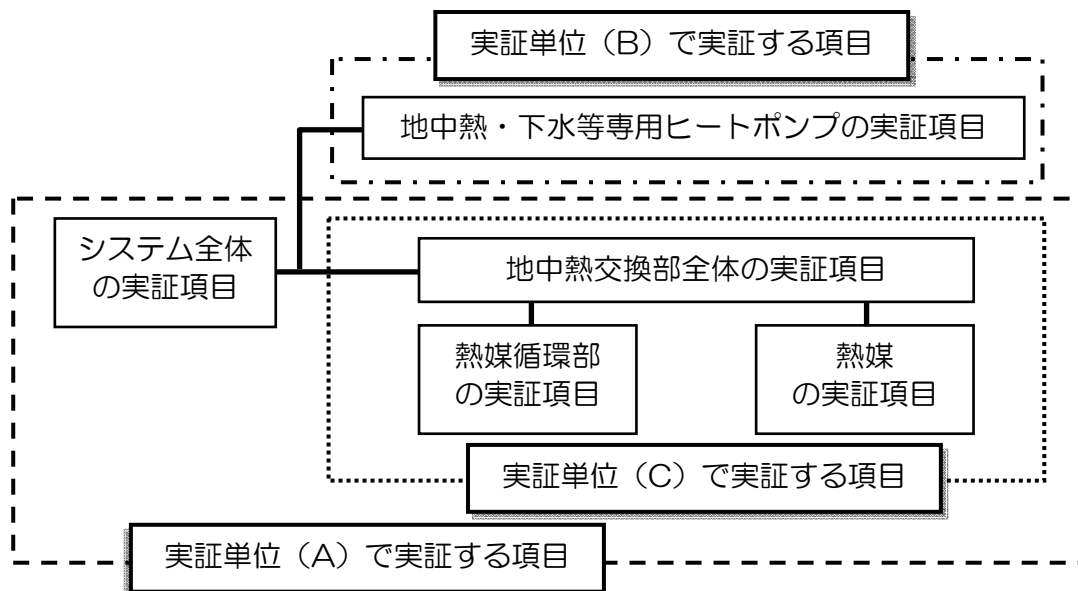


図3-6: 各実証単位の実証項目の構成

ここで、「実証単位（A）システム全体」では、「実証単位（A）システム全体の実証項目」に加えて、「実証単位（C）地中熱交換部の実証項目」も実証することになっています。それは、「実証単位（C）地中熱交換部の実証項目」の結果は、「実証単位（A）システム全体の実証項目」の参考となるからです。しかしながら「実証単位（A）システム全体」の場合、実証対象技術において実証単位（C）地中熱交換部の運転をすでに開始している場合、「実証単位（C）地中熱交換部全体の实証項目」について改めて測定機器を設置して実証試験を行うことが困難です。そのため実証試験要領では、「既存データ活用の特例措置」として、実証試験要領に定めた条件を満たす場合に限り、実証申請者が独自に実測して得たデータを活用できる規定を設けています。

なお、ここに記載の内容は、実証試験要領及び対応するJIS規格の記載の内容に、より解り易い表現となるように加筆・修正等の変更を加えてあります。そのため、学術的な視点からは馴染みにくい表現になっている場合があります。

その他、各実証項目、試験内容・条件及び数値計算式等の詳細は、各実証試験結果報告書詳細版に記載してあります。同報告書詳細版は、環境技術実証事業ウェブサイト内の「これまでの実証成果」中の「実証済み技術一覧」(<http://www.env.go.jp/policy/etv/verified/index.html#01>)からPDFファイルをダウンロードすることができます。

(1) 実証単位 (A) システム全体

実証単位 (A) システム全体の実証項目を表3-1、表3-2に示します。暖房期間を含めた年間の性能は任意項目として位置づけており、必ずしも実証する必要はありませんが、システムの性能を評価する上では任意項目の内容は重要であり、可能な限り任意項目も含めて実証することが望ましいとされています。なお、実証単位 (A) システム全体の実証項目においての「実証単位 (C) 地中熱交換部の実証項目」は、この後の「(3) 実証単位 (C) 地中熱交換部」の表3-5で説明します。

表3-1: 実証単位 (A) システム全体の実証項目【必須項目】

実証項目	内容
冷房期間のシステム消費電力	単位時間における地中熱・下水等専用ヒートポンプ自体とポンプ類の消費電力[W]の 和※ ¹ を、冷房期間内の稼働時間で平均したもの。
冷房期間のシステムエネルギー効率(システムCOP)※ ²	冷房期間において算出したシステムCOP※ ² で、室内機を除く場合及び室内機を含む場合の両方を算出している。 $\text{システムエネルギー効率} = \frac{ \text{システムにおける生成熱量}[W] }{ \text{システムにおける消費電力}[W] }$ ここでいうシステムにおける生成熱量とは、地中熱・下水等専用ヒートポンプが二次側(室内機側)の熱媒に与えた熱量を指す。また、システムにおける消費電力は、上の欄と同じ。
冷房期間の地中への排熱量	単位時間における地中への排熱量[J]を、冷房期間内の稼働時間で平均したもの。この項目は、外気へ排熱する空調システム(上記、Ⅲ. ■「空気熱源ヒートポンプなどによる空調システム」と「地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システム」との違いについて、参照)と比較したヒートアイランド対策効果を表す、特徴的な項目である。

表3-2: 実証単位 (A) システム全体の実証項目【任意項目】

実証項目	内容
暖房期間のシステム消費電力	単位時間における地中熱・下水等専用ヒートポンプ自体とポンプ類の消費電力[W]の 和※ ¹ を、暖房期間内の稼働時間で平均したもの。
冷房・暖房期間のシステムエネルギー効率(APF)	実証試験期間において算出したAPF※ ³ で、室内機を除く場合及び室内機を含む場合の両方を算出している。システムエネルギー効率は、以下のように求められる。 $\text{システムエネルギー効率 (APF)} = \frac{ \text{試験期間中のシステムにおける生成熱量の総和} }{ \text{試験期間中のシステムにおける消費電力量の総和} }$
暖房期間の地中からの採熱量	単位時間における地中からの採熱量[J]を、暖房期間内の稼働時間で平均したもの。

※1: 原則的に室内機の消費電力量を含めないが、室内機を含めても上記のシステムエネルギー効率を適切に算出することが可能な場合は、室内機側を含む場合、室内機側を含まない場合の両方について算出することが望ましい。

※2: ヒートアイランド対策技術の性能の高さは「システムエネルギー効率(APF及びCOP)」で評価されるが、この値のみがその技術の性能の高さを必ずしも示すものでない。ヒートアイランド抑制に関する性能は、「冷房期間のシステムエネルギー効率(COP)」と「冷房期間の地中への排熱量平均値」の両値で評価される。

※3: APFは、Annual Performance Factorの略で、システムエネルギー効率(COP)の年間の値を表す。平成24年度の実証試験で示すAPFは、厳密な年間値ではなく、環境技術実証事業の運営上、実証試験期間(最大7~8ヶ月間程度)の値として定義している。

(2) 実証単位 (B) 地中熱・下水等専用ヒートポンプ

実証単位 (B) 地中熱・下水等専用ヒートポンプの実証項目を表3-3、表3-4に示します。暖房期間を含めた年間の性能は任意項目として位置づけており、必ずしも実証する必要はありませんが、システムの性能を評価する上では任意項目の内容は重要であり、可能な限り任意項目も含めて実証することが望ましいとされています。

表3-3:実証単位(B)地中熱・下水等専用ヒートポンプの実証項目【必須項目】

実証項目	内容
冷房期間を想定した温度条件におけるエネルギー効率(COP)	地中熱・下水等専用ヒートポンプ単体のエネルギー効率であるCOPを、1次側(図8の「凝縮器」側)の熱媒を水として※、冷房時について測定する。 $COP = \frac{\text{地中熱・下水等専用ヒートポンプ生成熱量}[W]}{\text{地中熱・下水等専用ヒートポンプ消費電力}[W]}$ ヒートポンプ消費電力量とは、地中熱・下水等専用ヒートポンプ自体の消費電力量であり、1次、2次側冷媒の輸送ポンプの消費電力は含まない。

表3-4:実証単位(B)地中熱・下水等専用ヒートポンプの実証項目【任意項目】

実証項目	内容
暖房期間を想定した温度条件におけるエネルギー効率(COP)	地中熱・下水等専用ヒートポンプ単体のエネルギー効率であるCOPを、暖房時について測定する。 $COP = \frac{\text{地中熱・下水等専用ヒートポンプ生成熱量}[W]}{\text{地中熱・下水等専用ヒートポンプ消費電力}[W]}$

※ヒートポンプの実使用における熱媒がプロピレングリコール等の不凍液である場合は、その不凍液を熱媒として試験をすることもある。

(3) 実証単位 (C) 地中熱交換部

実証単位 (C) 地中熱交換部の実証項目については、当実証単位を構成する複数の技術に分割できます。そのため実証項目は、図3-7に示すように、実証単位全体でのみ実証が可能な項目と、各技術個別の実証項目から構成されます。

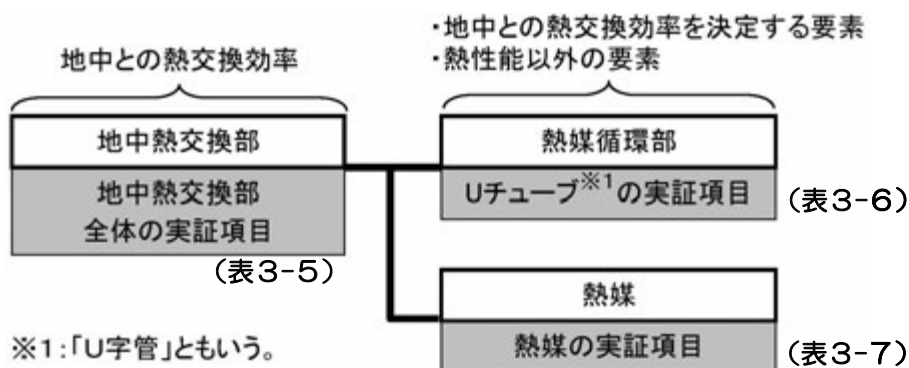


図3-7:実証単位(C)地中熱交換部の実証項目の構成

実証単位（C）地中熱交換部の実証項目を表3-5に示します。

表3-5: 実証単位(C)地中熱交換部の実証項目

実証項目	内容
地中熱交換井の熱抵抗	地中熱交換井の熱抵抗は、Uチューブ(U字管)を含む地中熱交換部全体の熱抵抗の合計を表す。なお、地中熱交換部の外側の土壌は含まない。熱抵抗が低いほど、地中熱交換部から外側(地中)へ、また外側(地中)から地中熱交換部へ熱が伝わり易い(熱交換量が多い)。また、単位が[K/(W/m)]なので、地中熱交換井の深度が深いほど、熱交換量が多くなることを示す。熱抵抗が低いと、地中熱・下水等専用ヒートポンプでの生成熱量が増すので、システムエネルギー効率が高くなる。本実証試験ではサーマルレスポンス試験※にて算出している。
土壌部分の熱伝導率	地中熱交換部の外側の土壌についての熱の伝わり易さを示す。システムが施工された土壌部分のみの熱伝導率であるため、システムの影響を受けない。熱伝導率が高いほど、冷房時には地中熱交換部からの放熱が土壌に伝わり易く拡がり易い、また暖房時には土壌から熱が伝わり易いので地中熱交換部への採熱がし易い。土壌部分の熱伝導率が高いと、地中熱・下水等専用ヒートポンプでの生成熱量が増すので、システムエネルギー効率が高くなる。本実証試験ではサーマルレスポンス試験※によって算出している。

※: サーマルレスポンス試験とは、地中熱交換部に対する熱媒の循環試験を行うことで、地中熱交換部の熱抵抗、地盤の熱伝導率を推定する試験である。本実証試験でのサーマルレスポンス試験は、「講座「地中熱利用ヒートポンプシステム」温度応答試験の実施と解析;九州大学大学院工学研究院 藤井光、日本地熱学会誌 第28巻 第2号(2006)」の論文に準拠している。

実証単位（C）の熱媒循環部の実証項目を表3-6に示します。この実証項目は、性能を証明する書類の写しを提出する項目ですが、性能の証明の担保として、その製造物の規格または製造業者の品質管理システム等を確認しています。

表3-6: 実証単位(C)の熱媒循環部の実証項目

実証項目	内容
熱伝導性	熱媒循環部は、主に硬質ポリエチレンを含むポリエチレンでできているため、ポリエチレン素材の物性値で記載される場合もある。この熱伝導性は、地中熱交換部の熱抵抗に影響する。
耐腐食性	耐久性を示す指標の一つである。
耐圧性	内圧に対する強さを示す。

実証単位（C）の熱媒の実証項目を表3-7に示します。地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システムにおいては、一次側の熱媒が0℃以下になる場合もあるため不凍液（ブライン）を用いることが多く、気温が0℃以下になる地域では、二次側においても不凍液が使用されます。そのため、空調システムに影響する項目だけでなく、環境負荷に関する項目を実証項目としました。

これらの実証項目は、熱媒循環部と同じく性能を証明する書類の写しを提出する項目ですが、性能の証明の担保として、その製造物の規格または製造業者の品質管理システム等を確認しています。

表3-7:実証単位(C)の熱媒の実証項目

実証項目	内容
腐食性	メンテナンス性を示す項目。「JIS K 2234 不凍液」の試験方法での結果を記載する。
粘性	熱媒の粘度が高くなると、地中熱・下水等専用ヒートポンプの動力に負荷が増大し、消費電力の上昇につながる。消費電力の上昇は、空調システムのエネルギー効率(COP)の低下を招く。空調システムの性能に影響する項目である。
比熱	実証単位(A)システム全体の実証試験では熱媒の温度を測定しており、それを熱量に換算するために必要な項目である。
引火性	熱媒が廃棄された場合の環境影響をみるために実証項目としている。
毒性	熱媒が廃棄された場合の環境影響をみるために実証項目としている。
生分解性 ／残留性	熱媒が廃棄された場合の環境影響をみるために実証項目としている。

実証試験を行う際の基本的考え方、試験条件・方法等を定めた「実証試験要領」は、本実証事業ウェブサイト内の「この事業のしくみ」中の「実証試験要領」及び「関連資料アーカイブ」より、ご覧いただくことができます。

Ⅳ. 平成24年度実証試験結果について

平成24年度は、手数料徴収体制で実施しました。

■実証を実施した機関

【実証機関】

○特定非営利活動法人 地中熱利用促進協会

【実証運営機関】

○株式会社 エックス都市研究所

■ 実証試験結果報告書実証全体の概要の見方

本書では、対象技術別に実証試験結果報告書（詳細版）の内、実証全体の概要の部分（概要版）を掲載しています。ここでは、「実証単位（C）」の実証試験結果報告書（概要版）を例にとり、各項目の説明や見方を紹介します。

なお、実証試験における測定機器の構成、測定条件、数値計算内容及び測定結果等の詳細情報は、実証試験結果報告書（詳細版）で確認することができます。また、同報告書の詳細版は、環境技術実証事業ウェブサイト内の「これまでの実証成果」中の「実証済み技術一覧」（<http://www.env.go.jp/policy/etv/verified/index.html#01>）からPDFファイルをダウンロードすることができます。

(1) 1 ページ目

環境技術実証事業ロゴマーク

1つの実証済技術に対し、1つの実証番号を付した個別ロゴマークを1ページ目に貼付してあります。同じ個別ロゴマークが、実証申請者に交付されています。

実証対象技術の紹介

実証の対象となる技術の名称(この例では、実証単位(C)の製品名・型式等)、実証申請者、実証機関(実証試験を行った第三者機関)及び実証試験期間を記載しています。

地中熱交換部の構造と実証事業

実証対象技術(地中熱交換部)全体の構造及び地中熱交換部全体、熱媒循環部(U字管)、熱媒、それぞれの性能の実証方法について記載しています。

実証対象技術の概要

実証対象技術(地中熱交換部)の一部である地中熱交換器の構造及び設置状況を記載しています。



実証単位 (C) 地中熱交換部(H24)
ヒロセ株式会社におけるソイルセメント杭利用の地中熱交換器
ヒロセ株式会社

本実証試験結果報告書の著作権は、環境省に属します。

●実証全体の概要

実証対象技術	ヒロセ株式会社東京工場におけるソイルセメント杭利用の地中熱交換器
実証申請者	ヒロセ株式会社
実証単位	(C) 地中熱交換部
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24年11月14日～11月24日

1. 地中熱交換部と実証事業

地中熱は、夏場は外気よりも温度が低く、冬場は外気よりも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効率よく冷暖房を行うことができる。また、夏季においては、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。

実証単位(C) 地中熱交換部は、地中熱利用において地中からの採熱と地中への放熱を行う重要な設備である。一般に地中熱交換部は、地中熱交換井、地中熱交換井の中に挿入したU字管などの熱媒循環部、地中熱交換井を充填する砂などの充填材、及び熱媒循環部(U字管)を循環する熱媒からなる。熱媒は、地中熱交換井と地上に設置されたヒートポンプの間を循環する流体で、熱を運ぶ媒質である。

本実証試験では、地中熱交換部全体の性能をサーマルレスポンス試験によって実証するとともに、熱媒循環部であるU字管、熱媒である不凍液の性能を資料により実証したものである。なお、サーマルレスポンス試験は、熱応答試験あるいはTRT (Thermal Response Test) と呼ばれ、地中に一定の熱量を与えた温水を循環させ、その温度の経時変化から熱交換井の熱抵抗や地盤(土壌部分)の熱伝導率を求める方法である。

2. 実証対象技術の概要

2.1 地中熱交換器と地盤状況

- ・所在地：千葉県浦安市 ヒロセ株式会社東京工場内
- ・現状：地中熱交換器のみを施工済でヒートポンプ等冷暖房設備は未設置

本実証試験における地中熱交換器は、ソイルセメント杭の芯材であるH形鋼に鋼製の保護管をとりつけて埋設し、その保護管の中にU字管を挿入して後、保護管内を水で満たした地中熱交換器である。もともとこの技術は、地盤を掘削するときに土留め壁として構築されるソイルセメント地中連続壁(SMW (Soil Mixing Wall)) を地中熱交換器として利用する発想で開発されたものである。ソイルセメント杭は、連続壁でも単体の杭としても利用可能なので、この実証試験ではSMWの単位である1本のソイルセメント杭で地中熱交換器としての試験を行った。なお、ソイルセメントとは、孔の掘削中に掘削した土にセメントミルクを混ぜ込んで固めたものである。

(2) 2ページ目

実証対象技術の概要
(前ページからの続き)

地中熱交換器の仕様について、表1に記載しています。

また、地中熱交換部の設置箇所の地盤柱状図と地中熱交換器の概要を図1に記載しています。

実証単位 (C) 地中熱交換部(H24)
ヒロセ株式会社におけるソイルセメント杭利用の地中熱交換器
ヒロセ株式会社

表1に地中熱交換器の仕様を、図1に実証試験を行った場所の地盤柱状図及び地中熱交換器の概要を示す。実証試験を行った場所は、千葉県浦安市の埋立地であり、地盤は、GL 6.2mまでは埋立てに伴う細砂とシルトで構成され、厚地盤である GL 6.2m～15.0m (孔底) は、N 値が 10前後の細砂である。地下水位は GL 1m。

表 1 地中熱交換器の仕様

①ソイルセメント杭径	450mm
②ソイルセメント杭埋入深度	15m
③H 形鋼のサイズ	H 250×250×9×14 (H は H 形鋼を指す)
④保護管 (角形鋼管) のサイズ	□ 125×75×4.5t (□ は角形鋼管を指す)
⑤ソイルセメントの配合 (対象土 1m ³ 当たり)	セメント 250kg、ベントナイト 12.5kg、水 500kg
⑥ソイルセメントの熱伝導率 (試験体を 24 時間水飽和後の測定結果)	平均 0.967W/(m・K)

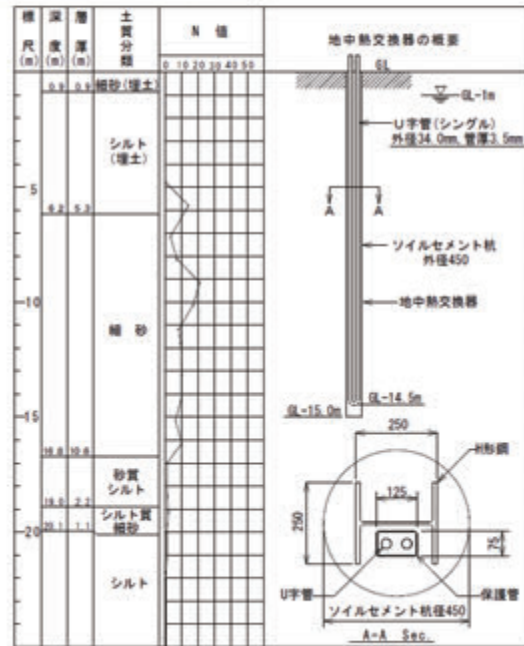


図 1 地盤柱状図と地中熱交換器の概要

(3) 3ページ目

熱媒循環部(U字管)及び熱媒

熱媒循環部の仕様(製品名及び型式、製造・販売業者、材質等)を表2に示しています。また本技術の実証試験では、熱媒に水を使用したのもので、熱媒に関する表の記載はありません。

実証試験結果

- ・地中熱交換部全体の実証項目
サーマルレスポンス試験は、実証試験要領に準拠して実施されました。
表3は、サーマルレスポンス試験の実施日程を示しています。

実証単位 (C) 地中熱交換部(H24)
ヒロセ株式会社におけるソイルセメント杭利用の地中熱交換器
ヒロセ株式会社

2.2 熱媒循環部(U字管)及び熱媒

本実証試験において使用した熱媒循環部(シングルU字管)の仕様は、以下の通りである。

表2 熱媒循環部の仕様 メーカーカタログより引用

製品名及び型式	地中熱交換システム用パイプ「U-ポリパイ」 GUP-25AN105
製造・販売事業者	株式会社イノアック住環境
材質	高密度ポリエチレン材料 (PE100)
寸法	パイプ外径 34.0mm、厚さ 3.5mm、近似内径 27mm
設置方式	シングルU字管
設置深度	GL 14.5m
製品の特長	・可とう性があり、耐震性に優れる ・埋設でも錆や腐食の心配がない ・軽量で施工が容易 ・継手は電気融着式を採用し、漏れの心配が少ない ・先端のU字継手は断削孔への挿入が容易な形状で、錘の取り付けも可能 ・水道用JISサイズに準拠した肉厚で、耐圧性も高い

なお、本実証対象技術では、まだ実用運転をしていないので、サーマルレスポンス試験の熱媒は、水を用いた。

3. 実証試験結果

3.1 地中熱交換部全体の実証項目(サーマルレスポンス試験)

サーマルレスポンス試験は、実証試験要領に準拠して、循環時における熱媒体(水)の温度を用いる解析方法で行った。試験装置及び試験の模式図を図2に示す。試験装置で使用した温度計と流量計は、実証試験実施要領に規定される精度を満たしている。また、サーマルレスポンス試験の実施日程を表3に示す。

表3 サーマルレスポンス試験実施日程

項目	日数	2012年11月												
		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
装置設置・準備	3日	■												
非加熱循環	0.1日	■												
加熱循環	10日	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
撤収	0.5日												■	

実証試験要領で規定される地中熱交換部全体の実証項目及びサーマルレスポンス試験による算出結果を表4に示す。本実証試験は、独立したソイルセメント杭1本の熱抵抗と土壌部分の熱伝導率を求めたもので、土中に構築された壁状のSMW (Soil Mixing Wall) の試験ではない。このサーマルレスポンス試験では、地中熱交換器の外径としてソイルセメント杭の外径 (450mm) を用いて算出した。

(4) 4ページ目

実証試験結果

(前ページからの続き)

熱交換部におけるサーマルレスポンス試験実施時の全体構成、データ計測点を図2に示しています。

実証試験結果

サーマルレスポンス試験による実証項目(地中熱交換井の熱抵抗、土壌部分の熱伝導率)の算出結果を表4に示しています。

熱抵抗値が、一般的なものと比べて大きくなっており、その理由についても記載しています。

実証単位 (C) 地中熱交換部(H24)
ヒロセ株式会社におけるソイルセメント杭利用の地中熱交換器
ヒロセ株式会社

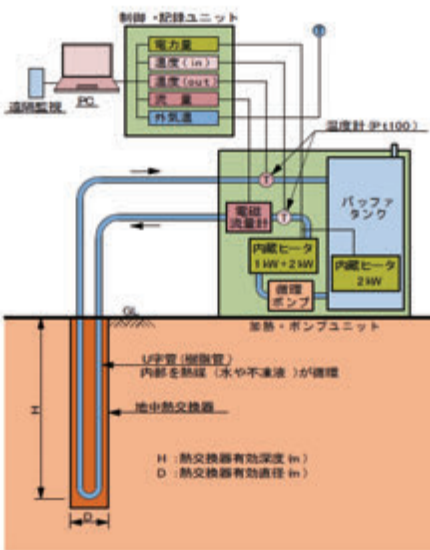


図2 サーマルレスポンス試験装置と試験模式図

表4 サーマルレスポンス試験による実証項目の算出結果

実証項目	実証試験結果	地中熱交換器の諸元
a. 地中熱交換井の熱抵抗	0.199 [K/(W/m)]	地中熱交換器外径 450mm、シングル U 字管
b. 土壌部分の熱伝導率	1.82 [W/(m・K)]	(外径 32mm)、U 字管挿入深度 14.5m

ここで求められた土壌部分の熱伝導率は、砂・シルトなどからなる土壌の一般的な値と同等である。一方、熱抵抗は、一般的な外径 100～200mm 程度のボアホールにシングル U 字管を設置した場合より大きくなっているが、その原因は、熱交換器の外径が 400mm と大きくなっているためであり、本地下熱交換部の熱交換性能自体が悪いということではない。なぜなら、ここでの「熱抵抗」とは、1m 当たり 1W の熱交換をする場合に、熱交換器の部分で何度の温度変化があるかを表すものであり、熱抵抗はソイルセメント部の厚さにはほぼ比例して大きく算出されるからである。

(5) 5ページ目

実証試験結果(表)

実証対象技術の実証項目のうち、熱媒循環部(U字管)の結果について、表5に示しています。

なお、熱媒については、水を使用しているため、該当する実証項目は無く、表に記載していません。

実証単位 (C) 地中熱交換器(H24)

ヒロセ株式会社におけるソイルセメント利用の地中熱交換器

ヒロセ株式会社

3.2 熱媒循環部及び熱媒の実証項目 (既存資料による実証)

実証試験要領に規定される熱媒循環部 (U字管) の実証項目及び既存資料による実証結果を表5に示す。既存資料としては、U字管メーカーの技術資料を使用した。

表5 熱媒循環部 (U字管) の実証結果

実証項目	内容																									
e. 熱伝導性	熱伝導率 0.46~0.50[W/(m・K)]																									
d. 耐腐食性 (耐薬品性)	①酸性土壌、腐食性土壌、塩害地域で優れた耐食性を維持する。 ②電食の心配がない。 <table> <tr> <th>酸</th><th>アルカリ</th><th>ガス</th></tr> <tr> <td>塩酸 35%</td><td>◎ アンモニア水溶液</td><td>◎ 亜硫酸ガス ◎</td></tr> <tr> <td>硫酸 60%</td><td>◎ 苛性ソーダ</td><td>◎ 炭酸ガス ◎</td></tr> <tr> <td>硝酸 25%</td><td>◎ 水酸化カルシウム</td><td>◎ 一酸化炭素 ◎</td></tr> </table> <table> <tr> <th colspan="4">塩類</th></tr> <tr> <td>重クロム酸カリウム 10%</td><td>◎ 過マンガン酸カリウム</td><td>◎ 炭酸カリウム ◎</td></tr> <tr> <td>塩化第二鉄</td><td>◎ 塩化バリウム</td><td>◎ 硫酸 ◎</td></tr> <tr> <td>過酸化水素 30%、90%</td><td>◎</td><td></td></tr> </table> 備考1. この表は ISO/TR10355 に基づいたものである。 2. ◎印は耐腐食性があることを示している。	酸	アルカリ	ガス	塩酸 35%	◎ アンモニア水溶液	◎ 亜硫酸ガス ◎	硫酸 60%	◎ 苛性ソーダ	◎ 炭酸ガス ◎	硝酸 25%	◎ 水酸化カルシウム	◎ 一酸化炭素 ◎	塩類				重クロム酸カリウム 10%	◎ 過マンガン酸カリウム	◎ 炭酸カリウム ◎	塩化第二鉄	◎ 塩化バリウム	◎ 硫酸 ◎	過酸化水素 30%、90%	◎	
酸	アルカリ	ガス																								
塩酸 35%	◎ アンモニア水溶液	◎ 亜硫酸ガス ◎																								
硫酸 60%	◎ 苛性ソーダ	◎ 炭酸ガス ◎																								
硝酸 25%	◎ 水酸化カルシウム	◎ 一酸化炭素 ◎																								
塩類																										
重クロム酸カリウム 10%	◎ 過マンガン酸カリウム	◎ 炭酸カリウム ◎																								
塩化第二鉄	◎ 塩化バリウム	◎ 硫酸 ◎																								
過酸化水素 30%、90%	◎																									
e. 耐圧性	U ポリパイの連続安全使用温度範囲における最大使用圧力は下表の通りである。 <table> <tr> <th>使用温度</th><th>-20℃</th><th>-10℃</th><th>0℃</th><th>10℃</th><th>20℃</th><th>25℃</th><th>30℃</th><th>35℃</th><th>40℃</th></tr> <tr> <th>圧力(MPa)</th><td>1.51</td><td>1.51</td><td>1.51</td><td>1.51</td><td>1.51</td><td>1.41</td><td>1.32</td><td>1.21</td><td>1.12</td></tr> </table>	使用温度	-20℃	-10℃	0℃	10℃	20℃	25℃	30℃	35℃	40℃	圧力(MPa)	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.41	1.32	1.21	1.12					
使用温度	-20℃	-10℃	0℃	10℃	20℃	25℃	30℃	35℃	40℃																	
圧力(MPa)	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.41	1.32	1.21	1.12																	

株式会社イノアック住環境のカatalogより転載

本実証対象技術では、実運転における熱媒は決まっておらず、本サーマルシミュレーション試験でも熱媒は水を使用したため、熱媒については特に該当する実証項目はない。

以上

(6) 6 ページ目

実証試験実施状況写真

本実証対象技術は、地盤掘削の際に構築されるソイルセメント地中連続壁(SMW)のうちの1本の杭を地中熱交換器として利用した技術で、熱媒循環部(U字管)設置前の状況を写真1に、U字管挿入後に地面からの露出部分を保温した状況を写真2に、試験装置を接続した状況を写真3に、それぞれ掲載しています。

実証単位 (C) 地中熱交換器(H24)
ヒロセ株式会社におけるソイルセメント杭利用の地中熱交換器
ヒロセ株式会社

4. 実証試験実施状況写真



写真1 ソイルセメント杭に挿入されたH形鋼と保護管
(ソイルセメントそのものは、砂利の下になり、見えていない。)



写真2 U字管を挿入し、H形鋼の露出部分を保温した状況



写真3 U字管と試験装置を接続した状況

(7) 7ページ目

このページに示された情報は、実証試験によって得られた情報ではなく、実証申請者の責任において申請された内容ですので、環境省及び実証機関は、内容に関して一切の責任を負うものではありません。

お問合せがある場合は、実証申請者まで直接ご連絡下さい。

○実証対象技術の概要

実証申請者より申請された実証対象技術に関する情報が示されています。

- ・実証対象製品の名称及び型番: 実証対象技術の名称、型式。
- ・連絡先: 実証対象技術の製造(販売)企業の連絡先(実証申請者の連絡先)。
- ・設置条件: 実証申請者により申請された実証対象技術が対応する建築物及び留意点等。
- ・メンテナンスの必要性・耐候性・製品寿命など: 実証申請者により申請されたメンテナンス情報及び耐用年数等。
- ・施工性: 実証対象技術を施工上の特徴、留意点及び制約条件等。
- ・コスト概算: 実証対象技術の材料費・工事費・設備等を記載。

実証単位 (C) 地中熱交換器(C4)
ヒロセ株式会社におけるソイルセメント杭利用の地中熱交換器
ヒロセ株式会社

(参考情報)
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または開発者が自らの責任において提出した内容であり、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。

○製品データ

項目	実証申請者または開発者 記入欄
製品名・型番	ソイルセメント杭利用の熱交換器
製造(販売)企業名	ヒロセ株式会社
TEL/FAX	TEL: 03-5634-4518 FAX: 03-5634-0273
ウェブサイトアドレス	http://www.hirose-net.com
E-mail	t.asama@hirose-net.co.jp
設置条件	・主に建設工事の山止め壁として利用されるソイルセメント杭、及び連続壁に設置できます。 ・ソイルセメント杭の応力部材として使用するH形鋼(芯材)に、鋼製保護管を予め取付け、杭工事完了後Uチューブを挿入し熱交換器として杭を利用します。 ・杭を利用する分、専用の熱交換井戸が不要となります。
メンテナンスの必要性・コスト・耐候性・製品寿命等	・保護管はソイルセメントに保護されて耐食性があり、Uチューブはメーカー保証品を採用している為 50 年程度の耐久性があると考えられます。 ・保護管内の充填水の補充等定期的な点検は必要です。
施工性	・山留を目的としたソイルセメント杭、あるいは連続壁(SMW)の応力鋼材に保護管を事前に取り付けて埋込みます。このため、杭工事は従来工程と変わりなく工期が延びることが有りません。杭工事完了後にUチューブを取付けられます。 ・Uチューブが後工程で施工できる為、安全且つ効率的に設置できます。
コスト概算	・Uチューブ設置イニシャルコスト概算(m当たり) (Uチューブは各現場で仕様が異なる為コストから省く) - 保護管製作費用 4200 円/m - 保護管取付け費用 1000 円/m - 合 計 5200 円/m

○その他実証申請者または開発者からの情報

① 採熱用のU字管を杭埋込後に、挿入出来ることは、記載通りですが、採熱管に支障が発生した場合でも、U字管だけを交換する事が出来る。

② 保護管を水密構造として、Uチューブとの間に、水あるいは不凍液を充填することで充填液の対流により、熱交換効率の向上が期待できる。

○その他実証申請者からの情報

製品データの項目以外に環境技術開発者(実証申請者)より申請された、実証対象機器に関する情報を記載。

■ 実証試験結果報告書（実証全体の概要）

実証機関	実証単位	実証申請者	実証対象技術	実証試験期間	実証番号	掲載ページ
地中熱利用促進協会 特定非営利活動法人	実証単位(C) 地中熱交換部	ヒロセ株式会社	ヒロセ株式会社東京工場におけるソイルセメント杭利用の地中熱交換器	平成 24 年 11 月 14 日～平成 24 年 11 月 24 日	052-1201	22
		積水化学工業株式会社、ミサワ環境技術株式会社	積水化学工業株式会社群馬工場における地中熱交換器	平成 24 年 12 月 8 日～平成 24 年 12 月 11 日	052-1202	29
		ダイカポリマー株式会社	さいたま市大宮区の桜花保育園における地中熱交換井と U 字管 (GLOOP32)	平成 25 年 1 月 12 日～平成 25 年 1 月 18 日	052-1203	36
			さいたま市見沼区のきらめき保育園における地中熱交換井と U 字管 (GLOOP40)	平成 25 年 1 月 8 日～平成 25 年 1 月 11 日	052-1204	46

<実証機関連絡先>

○特定非営利活動法人 地中熱利用促進協会 実証機関事務局
〒167-0051 東京都杉並区荻窪5丁目29番20号パシフィックアークビル5階
TEL/FAX：03-3391-7836
E-mail：geohpaj@geohpaj.org
URL：http://www.geohpaj.org/

<実証運営機関連絡先>

○株式会社 エックス都市研究所
〒171-0033 東京都豊島区高田2丁目17番22号
TEL：03-5956-7503
FAX：03-5956-7523
URL：http://www.exri.co.jp/

※次ページ以降、各実証対象技術の実証試験結果報告書の実証全体の概要（概要版）を実証番号の小さいものから順番に示します。



本実証試験結果報告書の著作権は、環境省に属します。

●実証全体の概要

実証対象技術	ヒロセ株式会社東京工場におけるソイルセメント杭利用の地中熱交換器
実証申請者	ヒロセ株式会社
実証単位	（C）地中熱交換部
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24年11月14日～11月24日

1. 地中熱交換部と実証事業

地中熱は、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効率よく冷暖房を行うことができる。また、夏季においては、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。

実証単位（C）地中熱交換部は、地中熱利用において地中からの採熱と地中への放熱を行う重要な設備である。一般に地中熱交換部は、地中熱交換井、地中熱交換井の中に挿入したU字管などの熱媒循環部、地中熱交換井を充填する砂などの充填材、及び熱媒循環部（U字管）を循環する熱媒からなる。熱媒は、地中熱交換井と地上に設置されたヒートポンプの間を循環する流体で、熱を運ぶ媒質である。

本実証試験では、地中熱交換部全体の性能をサーマルレスポンス試験によって実証するとともに、熱媒循環部であるU字管、熱媒である不凍液の性能を資料により実証したものである。なお、サーマルレスポンス試験は、熱応答試験あるいはTRT（Thermal Response Test）とも呼ばれ、地中に一定の熱量を与えた温水を循環させ、その温度の経時変化から熱交換井の熱抵抗や地盤（土壌部分）の熱伝導率を求める方法である。

2. 実証対象技術の概要

2.1 地中熱交換器と地盤状況

- ・所在地：千葉県浦安市 ヒロセ株式会社東京工場内
- ・現状：地中熱交換器のみを施工済でヒートポンプ等冷暖房設備は未設置

本実証試験における地中熱交換器は、ソイルセメント杭の芯材であるH形鋼に鋼製の保護管をとりつけて埋設し、その保護管の中にU字管を挿入して後、保護管内を水で満たした地中熱交換器である。もともとこの技術は、地盤を掘削するときに土留め壁として構築されるソイルセメント地中連続壁（SMW（Soil Mixing Wall））を地中熱交換器として利用する発想で開発されたものである。ソイルセメント杭は、連続壁でも単体の杭としても利用可能なので、この実証試験ではSMWの単位である1本のソイルセメント杭で地中熱交換器としての試験を行った。なお、ソイルセメントとは、孔の掘削中に掘削した土にセメントミルクを混ぜ込んで固めたものである。

表 1 に地中熱交換器の仕様を、図 1 に実証試験を行った場所の地盤柱状図及び地中熱交換器の概要を示す。実証試験を行った場所は、千葉県浦安市の埋立地であり、地盤は、GL-6.2mまでは埋立てに伴う細砂とシルトで構成され、原地盤である GL-6.2m～15.0m（孔底）は、N 値が 10 前後の細砂である。地下水位は GL-1m。

表 1 地中熱交換器の仕様

①ソイルセメント杭径	450mm
②ソイルセメント杭掘削深度	15m
③H 形鋼のサイズ	H-250×250×9×14（H は H 形鋼を指す）
④保護管（角形鋼管）のサイズ	□-125×75×4.5t（□は角形鋼管を指す）
⑤ソイルセメントの配合（対象土 1m³ 当り）	セメント 250kg、ベントナイト 12.5kg、水 500kg
⑥ソイルセメントの熱伝導率 （試験体を 24 時間水飽和後の測定結果）	平均 0.967W/(m・K)

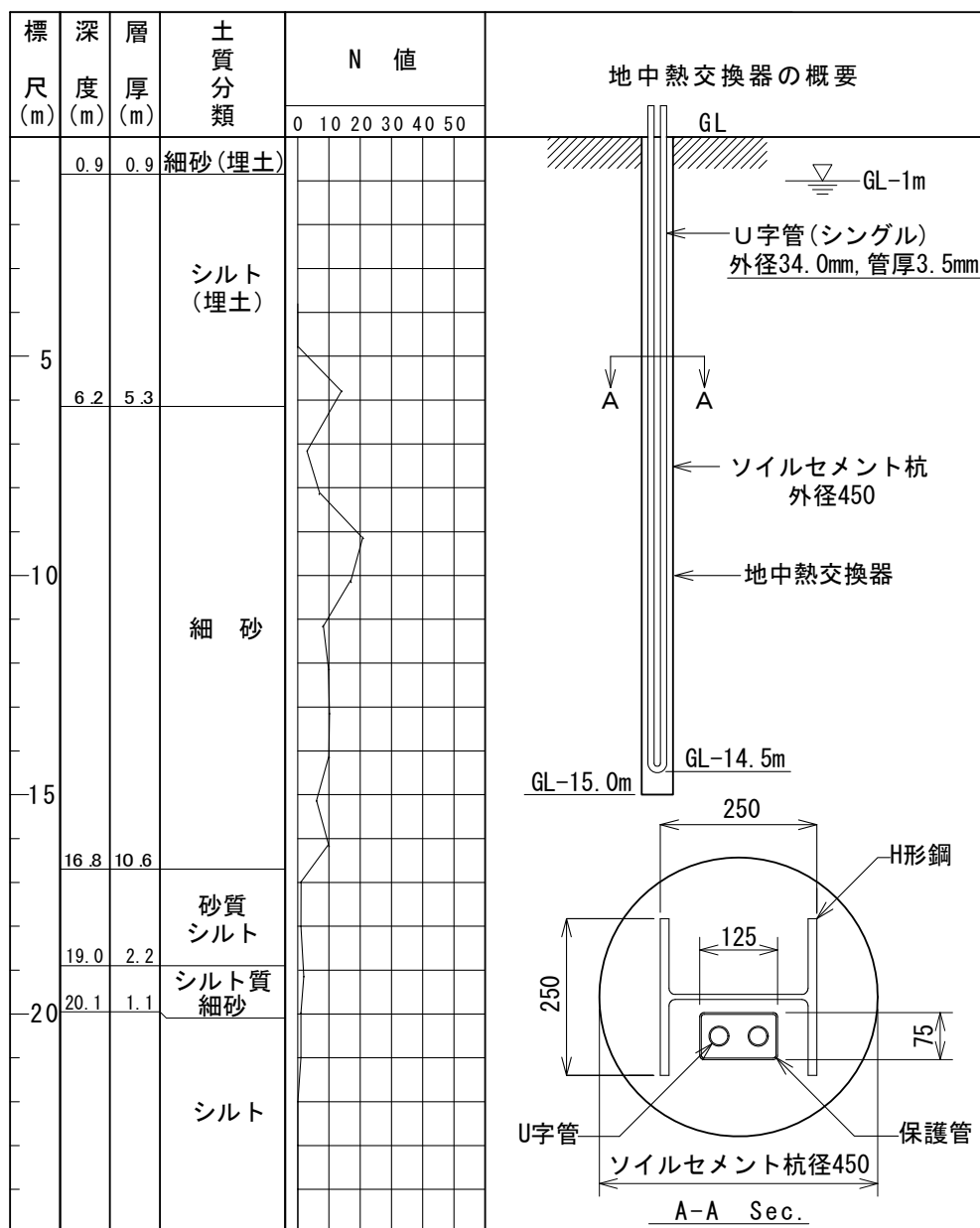


図 1 地盤柱状図と地中熱交換器の概要

2.2 熱媒循環部（U 字管）及び熱媒

本実証試験において使用した熱媒循環部（シングル U 字管）の仕様は、以下の通りである。

表 2 熱媒循環部の仕様 メーカーカタログより引用

製品名及び型式	地中熱交換システム用パイプ「Uーポリパイ」 GUP-25AN105
製造・販売事業者	株式会社イノアック住環境
材質	高密度ポリエチレン材料（PE100）
寸法	パイプ外径 34.0mm、厚さ 3.5mm、近似内径 27mm
設置方式	シングルU字管
設置深度	GL-14.5m
製品の特長	・ 可とう性があり、耐震性に優れる ・ 埋設でも錆や腐食の心配がない ・ 軽量で施工が容易 ・ 継手は電気融着式を採用し、漏れの心配が少ない ・ 先端の U 字継手は掘削孔への挿入が容易な形状で、錘の取り付けも可能。 ・ 水道用 JIS サイズに準拠した肉厚で、耐圧性も高い

なお、本実証対象技術では、まだ実用運転をしていないので、サーマルレスポンス試験の熱媒は、水を用いた。

3. 実証試験結果

3.1 地中熱交換部全体の実証項目（サーマルレスポンス試験）

サーマルレスポンス試験は、実証試験要領に準拠して、循環時における熱媒体（水）の温度を用いる解析方法で行った。試験装置及び試験の模式図を図 2 に示す。試験装置で使用した温度計と流量計は、実証試験実施要領に規定される精度を満たしている。また、サーマルレスポンス試験の実施日程を表 3 に示す。

表 3 サーマルレスポンス試験実施日程

項目	日数	2012 年 11 月											
		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
装置設置・準備	1 日	■											
非加熱循環	0.1 日	■											
加熱循環	10 日		■										
撤収	0.5 日											■	

実証試験要領で規定される地中熱交換部全体の実証項目及びサーマルレスポンス試験による算出結果を表 4 に示す。本実証試験は、独立したソイルセメント杭 1 本の熱抵抗と土壌部分の熱伝導率を求めたもので、土中に構築された壁状の SMW（Soil Mixing Wall）の試験ではない。このサーマルレスポンス試験では、地中熱交換器の外径としてソイルセメント杭の外径（450mm）を用いて算出した。

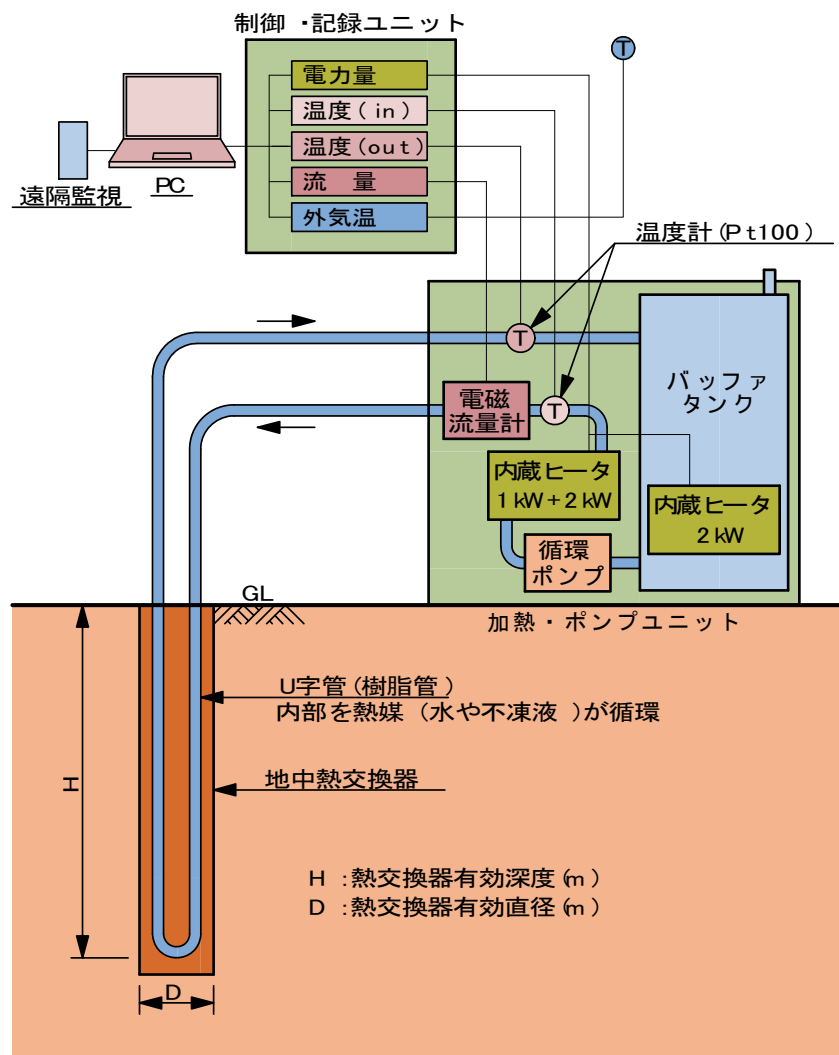


図2 サーマルレスポンス試験装置と試験模式図

表4 サーマルレスポンス試験による実証項目の算出結果

実証項目	実証試験結果	地中熱交換器の諸元
a. 地中熱交換井の熱抵抗	0.199 [K/(W/m)]	地中熱交換器外径 450mm、シングル U 字管 (外径 32mm)、U 字管挿入深度 14.5m
b. 土壌部分の熱伝導率	1.82 [W/(m・K)]	

ここで求められた土壌部分の熱伝導率は、砂・シルトなどからなる土壌の一般的な値と同等である。一方、熱抵抗は、一般的な外径 100~200mm 程度のボアホールにシングル U 字管を設置した場合より大きくなっているが、その原因は、熱交換器の外径が 400mm と大きくなっているためであり、本地中熱交換部の熱交換性能自体が悪いということではない。なぜなら、ここでの「熱抵抗」とは、1m 当たり 1W の熱交換をする場合に、熱交換器の部分で何度か温度変化があるかを表すものであり、熱抵抗はソイルセメント部の厚さにほぼ比例して大きく算出されるからである。

3.2 熱媒循環部及び熱媒の実証項目（既存資料による実証）

実証試験要領に規定される熱媒循環部（U字管）の実証項目及び既存資料による実証結果を表5に示す。既存資料としては、U字管メーカーの技術資料を使用した。

表 5 熱媒循環部（U字管）の実証結果

実証項目	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)	①酸性土壌、腐食性土壌、塩害地域で優れた耐食性を維持する。									
	②電食の心配がない。									
	酸		アルカリ			ガス				
	塩酸 35%	◎	アンモニア水溶液	◎	亜硫酸ガス	◎				
	硫酸 60%	◎	苛性ソーダ	◎	炭酸ガス	◎				
	硝酸 25%	◎	水酸化カルシウム	◎	一酸化炭素	◎				
	塩類									
	重クロム酸カリウム 10%	◎	過マンガン酸カリウム	◎	炭酸カリウム	◎				
	塩化第二鉄	◎	塩化バリウム	◎	硫安	◎				
	過酸化水素 30%、90%	◎								
e. 耐圧性	備考1. この表は ISO／TR10358 に基づいたものである。									
	2. ◎印は耐薬品性があることを示している。									
	U・ポリパイの連続安全使用温度範囲における最大使用圧力は下表の通りである。									
使用温度		-20℃	-10℃	0℃	10℃	20℃	25℃	30℃	35℃	40℃
圧力(MPa)		1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.41	1.32	1.21	1.12

株式会社イノアック住環境のカatalogより転載

本実証対象技術では、実運転における熱媒は決まっておらず、本サーマルレスポンス試験でも熱媒は水を使用したもので、熱媒については特に該当する実証項目はない。

以上

4. 実証試験実施状況写真



写真1 ソイルセメント杭に挿入されたH形鋼と保護管
（ソイルセメントそのものは、砂利の下になり、見えていない。）



写真2 U字管を挿入し、H形鋼の周りを保温した状況



写真3 U字管と試験装置を接続した状況

（参考情報）

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または開発者が自らの責任において提出した内容であり、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。

○製品データ

項目		実証申請者または開発者 記入欄	
製品名・型番		ソイルセメント杭利用の熱交換器	
製造（販売）企業名		ヒロセ株式会社	
連絡先	TEL/FAX	TEL : 03-5634-4518	FAX : 03-5634-0273
	ウェブサイトアドレス	http://www.hirose-net.com	
	E-mail	t-asami@hirose-net.co.jp	
設置条件		・主に建設工事の山止め壁として利用されるソイルセメント杭、及び連続壁に設置できます。 ・ソイルセメント杭の応力部材として使用するH形鋼（芯材）に、鋼製保護管を予め取付け、杭工事完了後 U チューブを挿入し熱交換器として杭を利用します。 ・杭を利用する分、専用の熱交換井戸が不要となります。	
メンテナンスの必要性・コスト・耐候性・製品寿命等		・保護管はソイルセメントに保護されて対腐食性があり、U チューブはメーカー保証品を採用している為 50 年程度の耐久性があると考えられます。 ・保護管内の充填水の補充等定期的な点検は必要です。	
施工性		・山留を目的としたソイルセメント杭、あるいは連続壁（SMW）の応力鋼材に保護管を事前に取付けて建込みます。このため、杭工事は従来工程と変わりがなく工期が延びることが有りません。杭工事完了後にUチューブを取付けられます。 ・Uチューブが後工程で施工できる為、安全且つ効率的に設置できます。	
コスト概算		・Uチューブ設置イニシャルコスト概算(m当たり) (Uチューブは各現場で仕様が異なる為コストから省く) - 保護管製作費用 4200 円/m - 保護管取付け費用 1000 円/m - 合 計 5200 円/m	

○その他実証申請者または開発者からの情報

- ① 採熱用の U 字管を杭建込後に、挿入出来ることは、記載通りですが、採熱管に支障が発生した場合でも、U 字管だけを交換する事が出来る。
- ② 保護管を水密構造として、Uチューブとの間に、水あるいは不凍液を充填することで充填液の対流により、熱交換効率の向上が期待できる。



●実証全体の概要

本実証試験結果報告書の著作権は、環境省に属します。

実 証 対 象 技 術	積水化学工業株式会社群馬工場における地中熱交換器
実 証 申 請 者	積水化学工業株式会社、ミサワ環境技術株式会社
実 証 単 位	（C）地中熱交換部
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 24 年 12 月 8 日～12 月 11 日

1. 地中熱利用と地中熱交換部

地中熱は、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効率よく冷暖房を行うことができる。また、夏季においては、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。

実証単位（C）地中熱交換部は、地中熱利用において地中からの採熱と地中への放熱を行う重要な設備である。一般に地中熱交換部は、地中熱交換井、地中熱交換井の中に挿入したU字管などの熱媒循環部、地中熱交換井を充填する砂などの充填材、及び熱媒循環部（U字管）を循環する熱媒からなる。熱媒は、地中熱交換井と地上に設置されたヒートポンプの間を循環する流体で、熱を運ぶ媒質である。

本実証試験では、地中熱交換部全体の性能をサーマルレスポンス試験によって実証するとともに、熱媒循環部であるU字管の性能を資料により実証したものである。なお、サーマルレスポンス試験は、熱応答試験あるいは TRT（Thermal Response Test）とも呼ばれ、地中に一定の熱量を与えた温水を循環させ、その温度の経時変化から地中熱交換井の熱抵抗や地盤（土壌部分）の熱伝導率を求める方法である。

2. 実証対象技術の概要

2.1 地中熱交換器及び地盤柱状図（図 1）

本実証対象技術設備は、積水化学工業株式会社群馬工場（群馬県伊勢崎市）内に設置されたものであり、この工場内にある本館事務所のコンピュータサーバー室の空調設備として、平成 24 年 7 月から実用運転している。ヒートポンプは、株式会社コロナ製の冷房能力 4kW の設備である。本件は、サーマルレスポンス試験であるため、地下の温度分布を原状回復させる目的で、10 月 22 日から実証試験開始直前までの約 1.5 ヶ月間、空調設備の運転を停止している。

地中熱交換器は、ボーリング孔にU字管を挿入して間隙を珪砂で充填した一般的な構造である。

- ・地中熱交換器：掘削深度 77m、坑径 φ170mm、
- ・充填材：2 号珪砂。
- ・地中熱交換井内には、地下温度モニターのため、深度 10m、50m、75m に白金抵抗体温度計（Pt100）が設置されている。

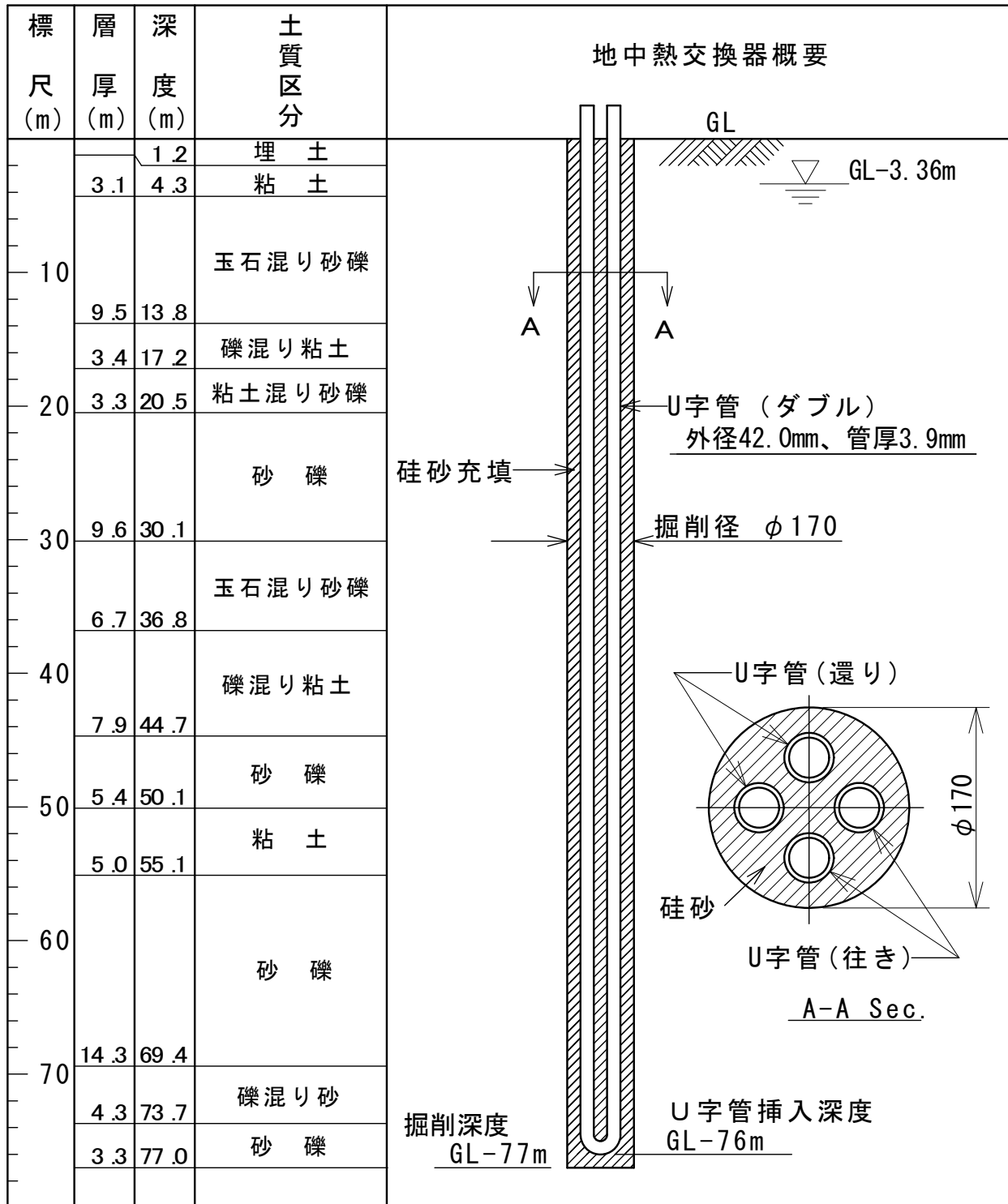


図 1 地盤柱状図及び地中熱交換器の概要

2.2 熱媒循環部および熱媒

熱媒循環部（U字管）の仕様を表 1 に、写真を図 2 に示す。

表 1 熱媒循環部

製品名及び型式	地中熱エスロハイパーAW 呼び径 30
製造・販売事業者	積水化学工業株式会社
材 質	高密度ポリエチレン材料（PE100）
寸 法	パイプ外径 42.0mm、厚さ 3.9mm
設置方式	ダブルU字管
設置深度	76mまで挿入



図 2 熱媒循環部の写真

熱媒は、運転開始当初使用していたのはブラインであるが、今後の実運転では水を主体に使用することを検討中なので、サーマルレスポンス試験の熱媒は、水を使用した。このため、熱媒については特に該当する実証項目はない。

3. 実証試験結果

3.1 地中熱交換部全体の実証項目（サーマルレスポンス試験）

サーマルレスポンス試験は、実証試験要領に準拠して、循環時における熱媒体（水）の温度を用いる解析方法で行った。試験装置及び試験の模式図を図3に示す。試験装置で使用した温度計と流量計は、実証試験要領に規定される精度を満たしている。また、サーマルレスポンス試験の実施日程を表2に示す。

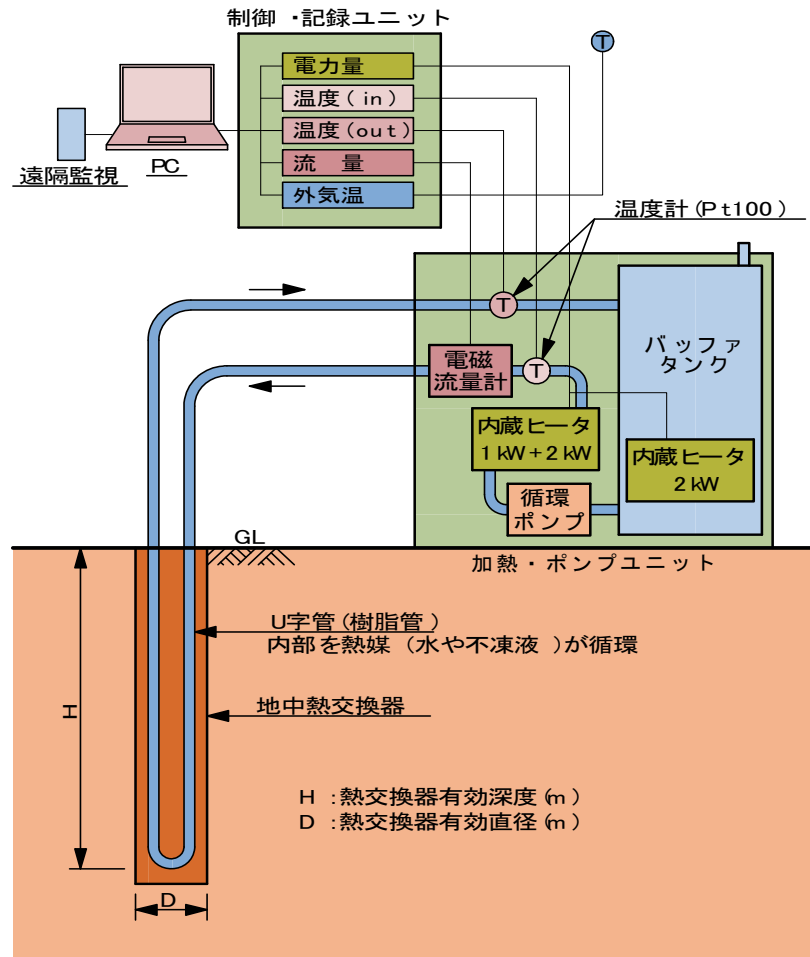


図3 サーマルレスポンス試験装置と試験模式図

表2 サーマルレスポンス試験実施工程

項目	日数	平成 24 年 12 月									
		8	9	10	11	12	13	14	15	16	
装置設置・準備	0.5 日	■									
非加熱循環	0.1 日	■									
加熱循環	3 日		■								
撤収	0.5 日									■	

実証試験要領で規定される地中熱交換部全体の実証項目とサーマルレスポンス試験による算出結果を表3に示す。

表 3 サーマルレスポンス試験による実証項目の算出結果

実証項目	実証試験結果	地中熱交換器の諸元
a. 地中熱交換井の熱抵抗	0.073[K/(W/m)]	坑径 170mm、ダブル U 字管（外径 42mm）、 U 字管挿入深度 GL-76m、硅砂充填
b. 土壌部分の熱伝導率	1.66[W/(m・K)]	

3.2 熱媒循環部及び熱媒の実証項目（既存資料による実証）

実証試験要領に規定される熱媒循環部（U字管）の実証項目及び既存資料による実証結果を表 4 に示す。既存資料としては、U字管メーカーの技術資料を使用した。なお、熱媒については今後の実運転では水を主体に使用することを検討中であるため、該当する実証項目はない。

表 4 熱媒循環部（U字管）の実証結果

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 5 参照			
e. 耐圧性	● 内圧クリープ試験 以下の試験において割れ、破損その他の欠点がないこと。			
	試験温度	20℃	80℃	
	試験時間	100 時間	165 時間	1000 時間
	試験圧力	2.48MPa (25.3kgf/cm ²)	1.10MPa (11.2kgf/cm ²)	1.00MPa (10.2kgf/cm ²)
	● 耐圧試験 適切な方法で内部に常温の水を 2.5MPa(25.5kgf/cm ²)の圧力を加えてそのまま 2 分間保持し、割れ、破損その他の欠点がないこと。			

表 5 配水用ポリエチレン管材料の主な耐薬品性（既存資料より抜粋）

薬品名	温度（℃）		薬品名	温度（℃）		薬品名	温度（℃）	
	20	60		20	60		20	60
酸及び酸性薬品			塩類			有機溶剤		
塩酸 35	S	S	塩化第二鉄	S	S	アセトアルデヒド	S	L
オレイン酸	S	S	塩化バリウム	S	S	アセトン	L	L
蟻酸<80%	S	S	過酸化水素 30%	S	S	アニリン	S	L
クロム酸 50%	S	L	過酸化水素 90%	S	NS	エタノール 40%	S	L
酢酸<10%	S	S	過マンガン酸カリ	S	S	エチルエーテル	L	—
シュウ酸	S	S	重クロム酸カリ	S	S	グリセリン	S	S

- ・申請者より提出された「水道配水用ポリエチレン管（耐震管）エスロハイパーシリーズ技術資料」より抜粋し引用。
- ・摘要 S：無圧下で利用できる。L：多少浸食される。NS：使用できない。

4. 実証試験実施状況写真



写真1 サーマルレスポンス試験を実施した積水化学工業群馬工場事務所遠景。事務所脇の車が停車している付近で実施した。



写真2 ダブルU字管や配管と試験装置の保温前の接続状況



写真3 配管の保温後の接続状況、試験装置の制御装置は奥の方に設置している。

（参考情報）

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または開発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。

○ 製品データ

項目		実証申請者または開発者 記入欄		
製品名・型番		積水化学工業（株）群馬工場における地中熱交換器		
製造（販売）企業名		積水化学工業株式会社		
連絡先	TEL/FAX	TEL：03-5521-0748 FAX：03-5521-0557		
	ウェブサイトアドレス	http://www.sekisui.co.jp/		
	E-mail	eslon-times@sekisui.com		
製造（販売）企業名		ミサワ環境技術株式会社		
連絡先	TEL/FAX	TEL：0824-66-2281 FAX：0824-66-2975		
	ウェブサイトアドレス	http://www.ecomisawa.com		
	E-mail	info@ecomisawa.com		
設置条件		- ボーリング機材の仮設ヤード（10m×20m）が確保できれば、場所を選ばずどこでも設置できます。 - 地中熱交換器の設置間隔は、通常 5m 以上が必要です。		
メンテナンスの必要性・コスト 耐候性・製品寿命等		地中熱交換器や横引き送水管の地中埋設部は、継手も含めて全て高密度ポリエチレンを使用しており、メンテナンスフリーです。		
施工性		- 先端の U 継手はコンパクト設計のソケット融着を採用しており、信頼性向上と掘削径縮小を同時に実現しています。 - 横引き配管でエスロハイパーAW の豊富な継手群と融着接続が可能です。		
コスト概算		イニシャルコスト		
		機 器	数量	金額
		掘削費 L=77m	1 式	1,200,000
		ダブル U チューブ	1 式	310,000
		合 計		1,510,000

○ その他実証申請者または開発者からの情報

本施設では、掘削口径を最大限活用して 30A(外径 42mm)ダブル U チューブを挿入し採熱効率を高めています。

群馬工場は、U チューブを始め、横引き配管や継手でも豊富な品揃えを誇るエスロハイパーAWの生産工場であり、地中熱利用システム施設だけでなく、管材製品の製造工程見学が可能です。



●実証全体の概要

本実証試験結果報告書の著作権は、環境省に属します。

実証対象技術	さいたま市大宮区の桜花保育園における地中熱交換井と U 字管（GLOOP32）
実証申請者	ダイカポリマー株式会社
実証単位	（C）地中熱交換部
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 25 年 1 月 12 日～1 月 18 日

1. 地中熱利用と地中熱交換器

地中熱は、夏場は外気よりも温度が低く、冬場は外気よりも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効率よく冷暖房を行うことができる。また、夏季においては、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。

実証単位（C）地中熱交換部は、地中熱利用において地中からの採熱と地中への放熱を行う重要な設備である。一般に地中熱交換部は、地中熱交換井、地中熱交換井の中に挿入した U 字管などの熱媒循環部、地中熱交換井を充填する砂などの充填材、及び熱媒循環部（U 字管）を循環する熱媒からなる。熱媒は、地中熱交換井と地上に設置されたヒートポンプの間を循環する流体で、熱を運ぶ媒質である。

本実証試験では、地中熱交換部全体の性能をサーマルレスポンス試験によって実証するとともに、熱媒循環部である U 字管、熱媒である不凍液の性能を資料により実証したものである。なお、サーマルレスポンス試験は、TRT（Thermal Response Test）あるいは熱応答試験とも呼ばれ、地中に一定の熱量を与えた温水を循環させ、その温度の経時変化から地中熱交換井の熱抵抗や地盤（土壌部分）の熱伝導率を求める方法である。

2. 実証対象技術の概要

2.1 地中熱交換器及び地盤柱状図

本実証対象技術設備は、さいたま市大宮区の桜花保育園の地中熱利用空調設備として施工中のものである。桜花保育園の建物も建設中で、地中熱交換部はまだヒートポンプとは、つながっていない。

地中熱交換器は、ボーリング孔に U 字管を挿入し、砂利を充填した一般的な構造である。

地中熱交換器の概要及び地盤柱状図を図 1 に示す。

- ・地中熱交換器：掘削深度 100m、坑径 ϕ 179.2mm
- ・充填材：三分砂利

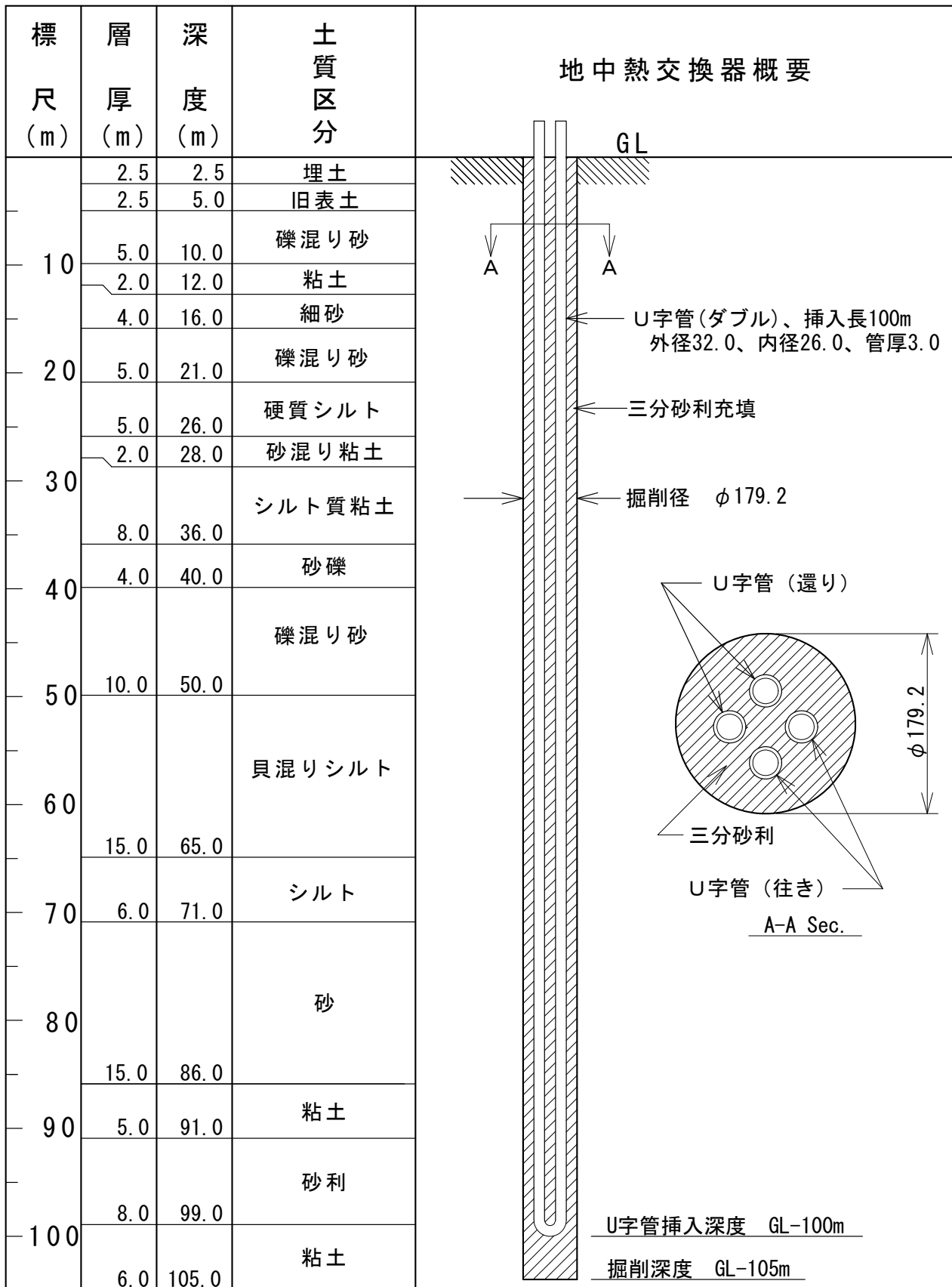


図1 地盤柱状図及び地中熱交換器

2.2 熱媒循環部（U字管）

本実証試験において使用した熱媒循環部（U字管）の仕様を表1に、その写真を写真1に示す。

表1 熱媒循環部

製品名及び型式	U字管 GLOOP32
製造・販売事業者	ダイカポリマー株式会社
材 質	高密度ポリエチレン材料（PE100）
寸 法	パイプ外径 32.0mm、内径 26.0mm 管厚 3.0mm
設置方式	ダブルU字管
設置深度	100mまで挿入



写真1 U字管(GLOOP32)先端部の写真

2.3 熱媒

本実証試験におけるサーマルレスポンス試験は、熱媒として水を使用した。実際の冷暖房システムにおいては、熱媒として、ウエストンブライン PB を使用する予定であるので、申請者から提出された既存資料に基づき、熱媒について実証を行った。熱媒の概要を表2に示す。

表2 熱媒

製品名	ウエストンブライン PB
主成分	プロピレングリコール 60～70%
製造・販売事業者	製造元：シーシーアイ株式会社 販売元：シーシーエス株式会社

3. 実証試験結果

3.1 地中熱交換器全体の実証項目（サーマルレスポンス試験）

サーマルレスポンス試験は、実証試験要領に準拠して、循環時における熱媒体（水）の温度を用いる解析方法で行った。使用した計測器は、実証試験要領の精度規定を満たしている。

サーマルレスポンス試験装置の模式図を図2に示す。また、サーマルレスポンス試験の試験工程を表3に示す。

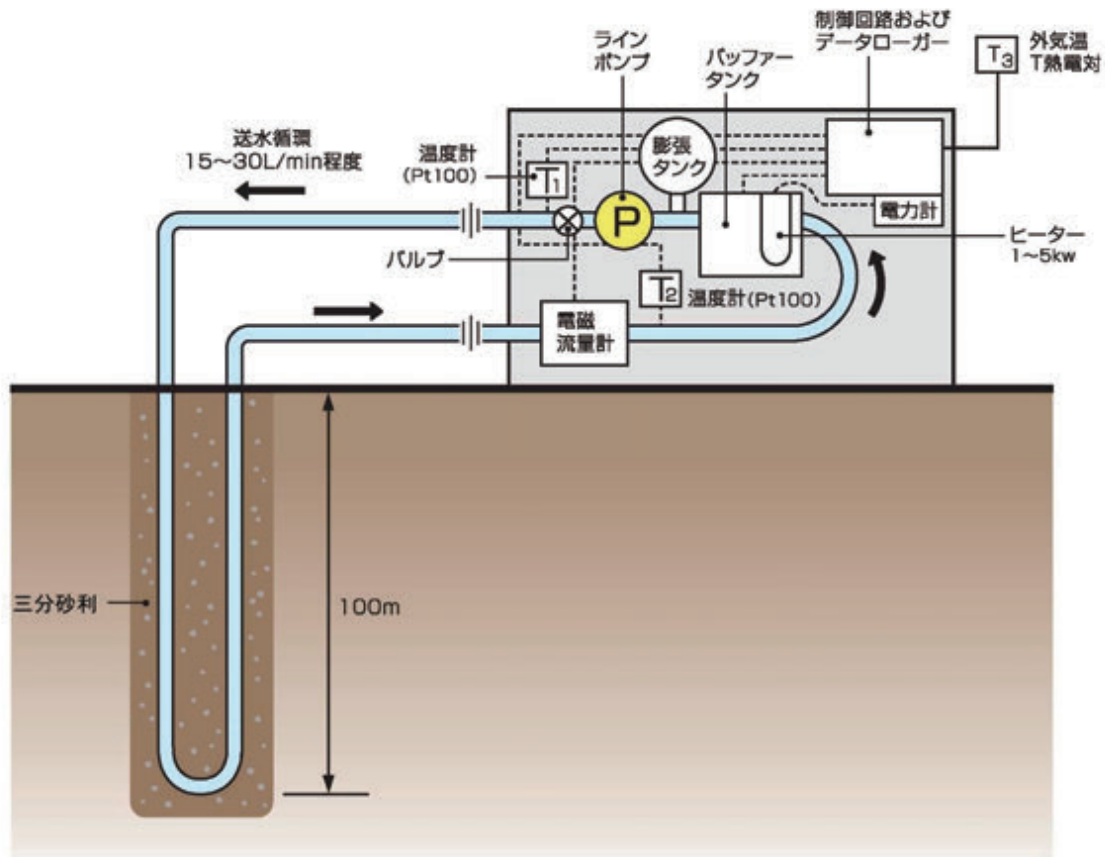


図2 サーマルレスポンス試験装置の模式図

表3 サーマルレスポンス試験工程

項目	日数	1/12	13	14	15	16	17	18	19
初期地層温度測定	0.5日	■							
装置設置・準備・非加熱循環	0.5日				■				
加熱循環試験	3日				■	■	■	■	■
撤収	0.5日								■

実証試験要領で規定される地中熱交換器全体の実証項目とサーマルレスポンス試験による算出結果を表4に示す。

表 4 サーマルレスポンス試験による実証項目の算出結果

実証項目	実証試験結果	地中熱交換器の諸元
a. 地中熱交換井の熱抵抗	0.081 [K/(W/m)]	坑径 179.2mm、ダブル U 字管 (外径 32mm)、 U 字管挿入深度 GL-100m、三分砂利充填
b. 土壌部分の熱伝導率	1.73 [W/(m・K)]	

3.2 熱媒循環部の実証 (既存資料による実証)

実証試験要領に規定される熱媒循環部 (U 字管) の実証項目及び実証結果を表 5、表 6、図 3 に示す。
既存資料としては、U 字管メーカーの資料を使用した。

表 5 熱媒循環部の実証内容

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 参照
e. 耐圧性	図 3 参照

表 6 PE100 の耐薬品性 (抜粋)

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

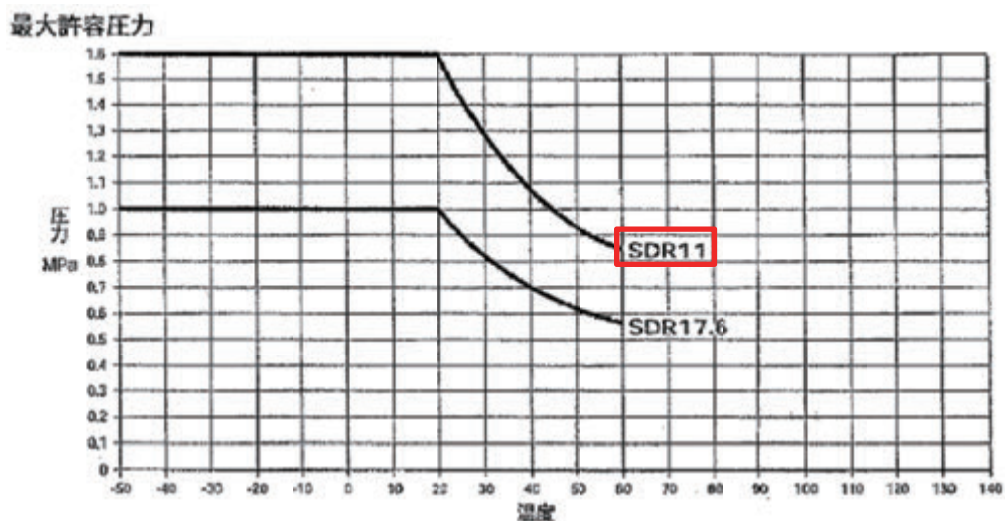


図 3 PE100 の耐圧性 (本実証対象技術は SDR11 である)

3.3 熱媒の実証（既存資料による実証）

実証試験要領に規定される熱媒の実証項目及び実証結果を表 7、表 8、図 4、図 5、図 6、表 9、表 10 に示す。既存資料としては、ブラインメーカーの資料を使用した。

表 7 熱媒の実証内容

項 目	内 容	実証方法
f. 腐食性	表 8 参照	・実証申請者から提出されたカタログ等、各項目の性能を示す資料を確認した。
g. 粘性：粘性率[Pa・s]	図 4 参照	
h. 比重：[g/cm ³]	図 5 参照	
i. 比熱：[J/(kg・K)]	図 6 参照	
j. 引火性	なし	
k. 毒性	表 9 参照	
l. 生分解性／残留性	生分解性良好、残留性なし	

表 8 熱媒ウエストンブライン PB（WBPB）の腐食性

試 料			WBPB
試験濃度（vol%）			40
金属腐食 88±2℃ 336h	質量変化 (mg/cm ²)	銅	-0.08
		ハンダ	-0.10
		黄銅	-0.08
		鋼	-0.02
		铸铁	-0.02
		アルミ鋳物	-0.17
	外 観		アルミ鋳物に黒変色を認める
試験の液の性状	pH 値		7.5→8.2
	予備アルカリ度		1.6→1.8
	液相		赤色透明
	沈殿量（vol%）		痕跡

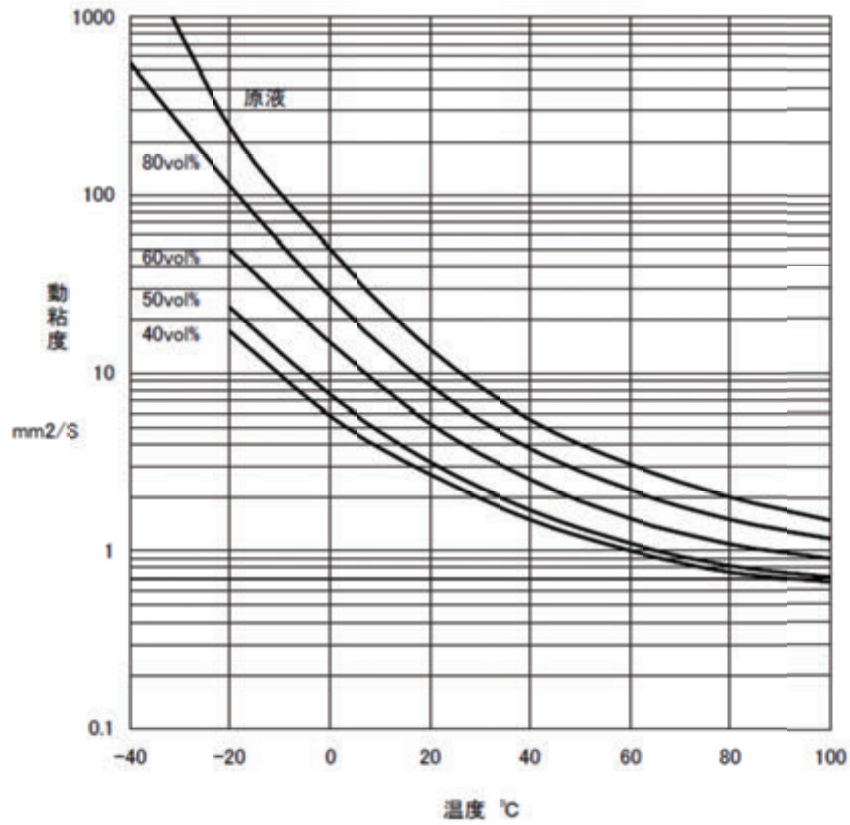


図4 ウェストンブライン PB の粘性

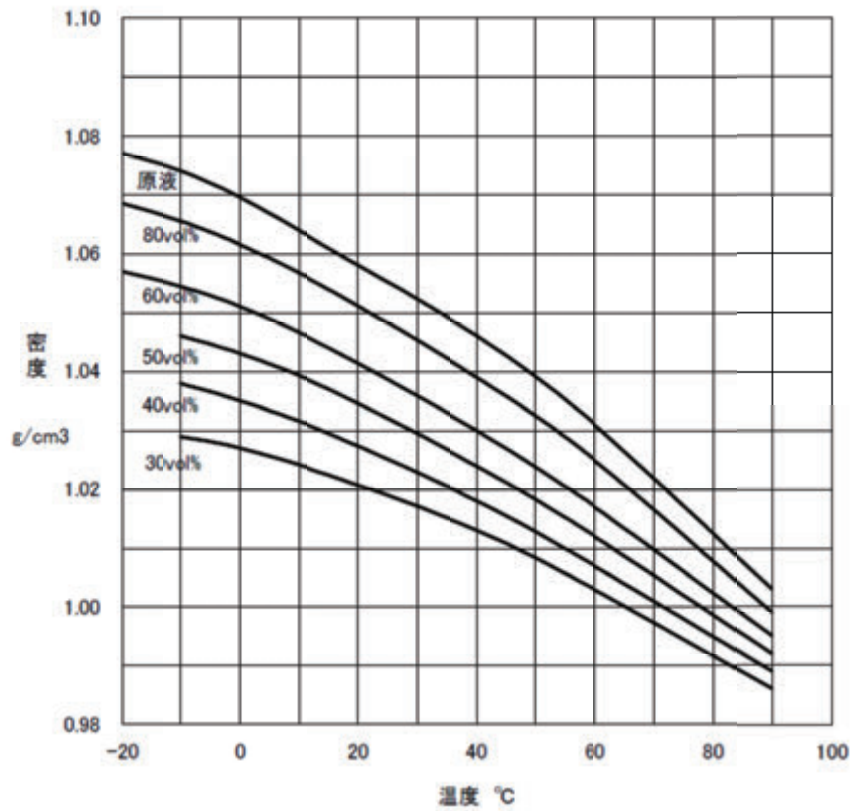


図5 ウェストンブライン PB の密度

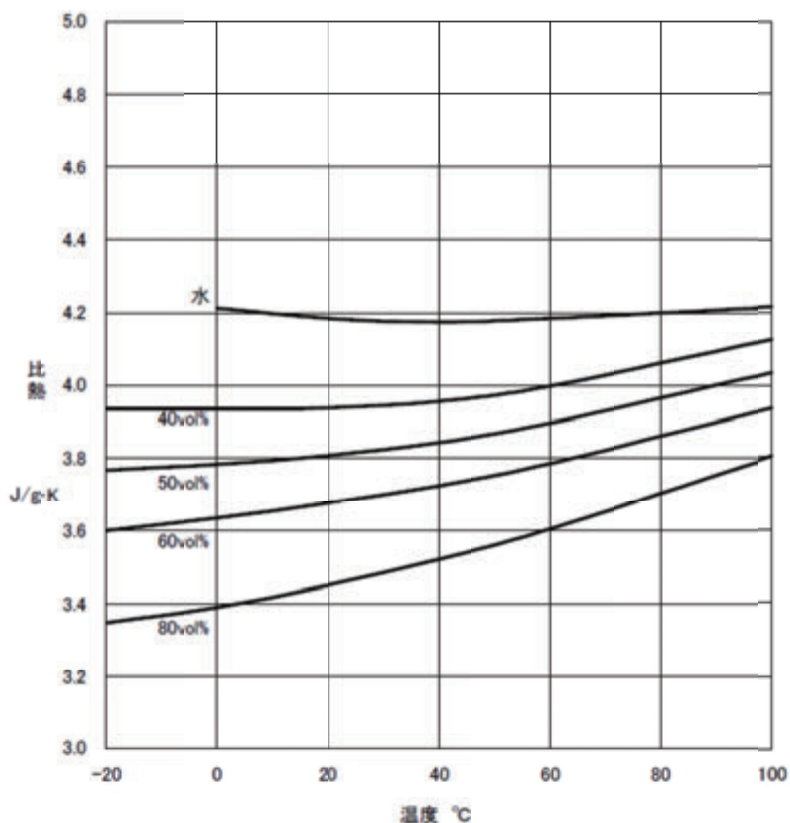


図6 ウェストンブライン PB の比熱

表9 ウェストンブラインの毒性

有害物質	特定化学物質並びに重金属は無添加
急性毒性	LD50 は 17g/kg(計算値)で毒性の区分は實際上無毒に分類される。 (表 10 参照)

表10 毒性の区分（ラット経口投与）

	1	2	3	4	5	6
毒性の程度	超毒性	強毒性	中程度毒性	軽度毒性	実際無毒性	實際上無毒性
LD50 値	1mg 以下	1~50mg	50~500mg	0.5~5g	5~15g	15g 以上
人間の致死量	一滴	4mL	30g	250g	1L	1L 以上

4. 実証試験状況写真



写真 2 桜花保育園全景



写真 3 サーマルレスポンス試験装置



写真 4 配管の保温後の接続状況

(参考情報)

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または開発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。

○ 製品データ

項目		実証申請者または開発者 記入欄
製品名・型番		地中熱交換井と U 字管 (GLOOP 32)
製造 (販売) 企業名		ダイカポリマー株式会社
連絡先	TEL/FAX	TEL : 06-6774-0026 FAX : 06-6774-6739
	ウェブサイト アドレス	http://www.daikapolymer.co.jp
	E-mail	yasuhara@daikapolymer.co.jp
設置条件		複数の地中熱交換器(地中熱交換井)を設置する場合は、地中熱交換井どうしの熱的な干渉を避けるため、地中熱交換器は 5m 以上の間隔をあけて設置する。
メンテナンスの 必要性・コスト 耐候性・製品寿命等		U 字管(GLOOP 32)は、50 年後も一定以上(10MPa)の残存強度(円周応力)を保持している高性能高密度ポリエチレン(PE100)を使用。 カーボンによる着色(黒)のため耐光劣化が抑えられるので、横引き部の露出配管としても使用可能である。
施工性		GLOOP 32 の U 字管先端(U ベンド部)は非常にスリムな構造になっており、100mm φ の掘削孔にダブルで挿入可能である。 このため掘削コストを大幅に低減できる。
コスト概算		イニシャルコスト
		機 器(ダブル U 字管の場合)
		数量
		金額
		U 字管 (GLOOP 32 x 105)
		2 組
		掘削費 L=100m
		1 本
		不凍液
		318 リットル
		合 計
		1,569,000

○ その他実証申請者または開発者からの情報

当社は、世界標準の ISO サイズでシリーズ化した豊富な EF(電気融着)継手を取り揃えており、U 字管からヒートポンプまでの横引き配管も全てポリエチレンで構築可能。
これにより、錆びない、漏れない、割れない等、信頼性の高い配管システムを実現できる。



●実証全体の概要

本実証試験結果報告書の著作権は、環境省に属します。

実証対象技術	さいたま市見沼区のきらめき保育園における地中熱交換井とU字管（GLOOP40）
実証申請者	ダイカポリマー株式会社
実証単位	（C）地中熱交換部
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25年1月8日～1月11日

1. 地中熱利用と地中熱交換部

地中熱は、夏場は外気よりも温度が低く、冬場は外気よりも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効率よく冷暖房を行うことができる。また、夏季においては、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。

実証単位（C）地中熱交換部は、地中熱利用において地中からの採熱と地中への放熱を行う重要な設備である。一般に地中熱交換部は、地中熱交換井、地中熱交換井の中に挿入したU字管などの熱媒循環部、地中熱交換井を充填する砂などの充填材、及び熱媒循環部（U字管）を循環する熱媒からなる。熱媒は、地中熱交換井と地上に設置されたヒートポンプの間を循環する流体で、熱を運ぶ媒質である。

本実証試験では、地中熱交換部全体の性能をサーマルレスポンス試験によって実証するとともに、熱媒循環部であるU字管、熱媒である不凍液の性能を資料により実証したものである。なお、サーマルレスポンス試験は、TRT（Thermal Response Test）あるいは熱応答試験とも呼ばれ、地中に一定の熱量を与えた温水を循環させ、その温度の経時変化から地中熱交換井の熱抵抗や地盤（土壌部分）の熱伝導率を求める方法である。

2. 実証対象技術の概要

2.1 地中熱交換器及び地盤柱状図

本実証対象技術設備は、さいたま市見沼区のきらめき保育園の地中熱利用空調設備として施工中のものである。きらめき保育園の建物も建設中で、地中熱交換部は、まだヒートポンプとは、つながっていない。

地中熱交換器は、ボーリング孔にU字管を挿入し、砂利を充填した一般的な構造である。

地中熱交換器の概要及び地盤柱状図を図1に示す。

- ・地中熱交換器：掘削深度100m、坑径φ179.2mm、
- ・充填材：三分砂利

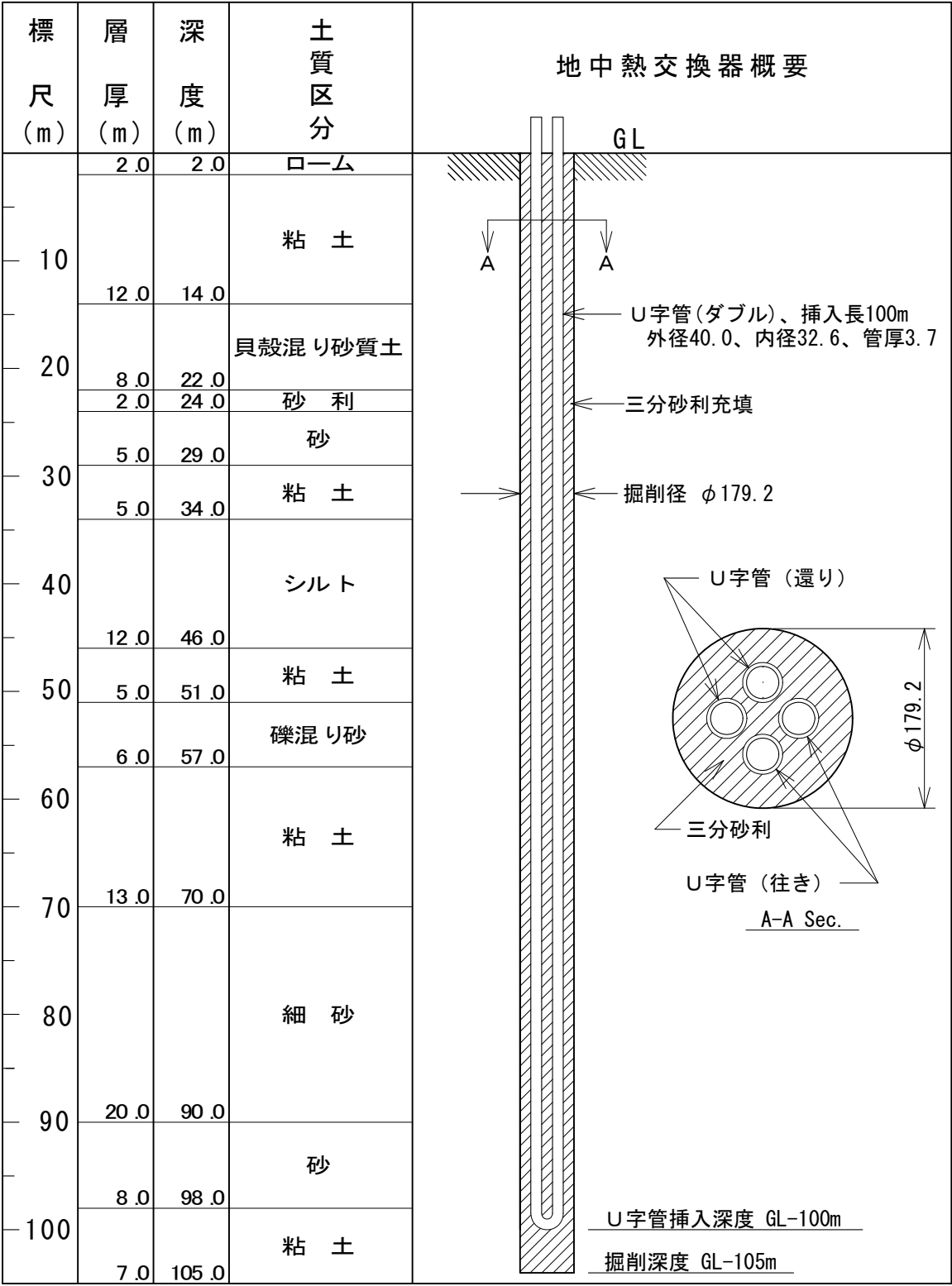


図 1 地盤柱状図及び地中熱交換器

2.2 熱媒循環部（U字管）

本実証試験において使用した熱媒循環部（U字管）の仕様を表1に、その写真を写真1に示す。

表 1 熱媒循環部

製品名及び型式	U字管 GLOOP40
製造・販売事業者	ダイカポリマー株式会社
材 質	高密度ポリエチレン材料（PE100）
寸 法	パイプ外径 40.0mm、内径 32.6mm、管厚 3.7mm
設置方式	ダブルU字管
設置深度	100mまで挿入



写真 1 U字管(GLOOP40)U字部の写真

2.3 熱媒

本実証試験におけるサーマルレスポンス試験においては、熱媒として水を使用した。実際の冷暖房システムにおいては、熱媒として、ウエストンブライン PBを使用する予定であるので、申請者から提出された既存資料に基づき、熱媒について実証を行った。熱媒の概要を表2に示す。

表 2 熱媒

製品名	ウエストンブライン PB
主成分	プロピレングリコール 60～70%
製造・販売事業者	製造元：シーシーアイ株式会社 販売元：シーシーエス株式会社

3. 実証試験結果

3.1 地中熱交換器全体の実証項目（サーマルレスポンス試験）

サーマルレスポンス試験は、実証試験要領に準拠して、循環時における熱媒体（水）の温度を用いる解析方法で行った。使用した計測器は、実証試験要領の精度規定を満たしている。

サーマルレスポンス試験装置の模式図を図 2 に示す。また、サーマルレスポンス試験の試験工程を表 3 に示す。

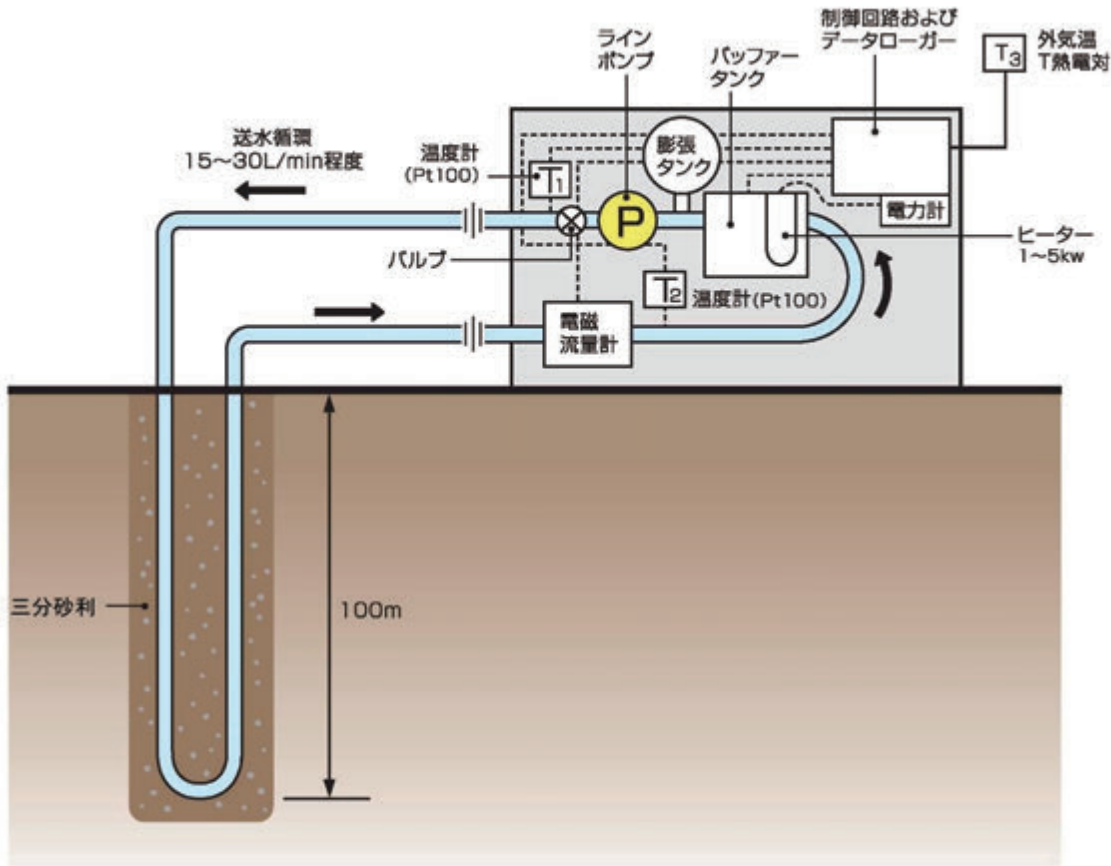


図 2 サーマルレスポンス試験装置の模式図

表 3 サーマルレスポンス試験工程

項目	日数	1/8	9	10	11	12
初期地層温度測定	0.5日	—				
装置設置・準備・非加熱循環	0.5日	—				
加熱循環試験	3日	—	—	—	—	
撤収	0.5日				—	

実証試験要領で規定される地中熱交換器全体の実証項目とサーマルレスポンス試験による算出結果を表 4 に示す。

表 4 サーマルレスポンス試験による実証項目の算出

実証項目	実証試験結果	地中熱交換器の諸元
a. 地中熱交換井の熱抵抗	0.069 [(K/(W/m))]	坑径 179.2mm、ダブル U 字管 (外径 32mm) U 字管挿入深度 GL-100m、三分砂利挿入
b. 土壌部分の熱伝導率	1.65 [W/(m・K)]	

3.2 熱媒循環部の実証（既存資料による実証）

実証試験要領に規定される熱媒循環部（U字管）の実証項目及び実証内容を表 5、表 6、図 3 に示す。既存資料としては、U字管メーカーの資料を使用した。

表 5 熱媒循環部の実証内容

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 参照
e. 耐圧性	図 3 参照

表 6 PE100 の耐薬品性（抜粋）

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

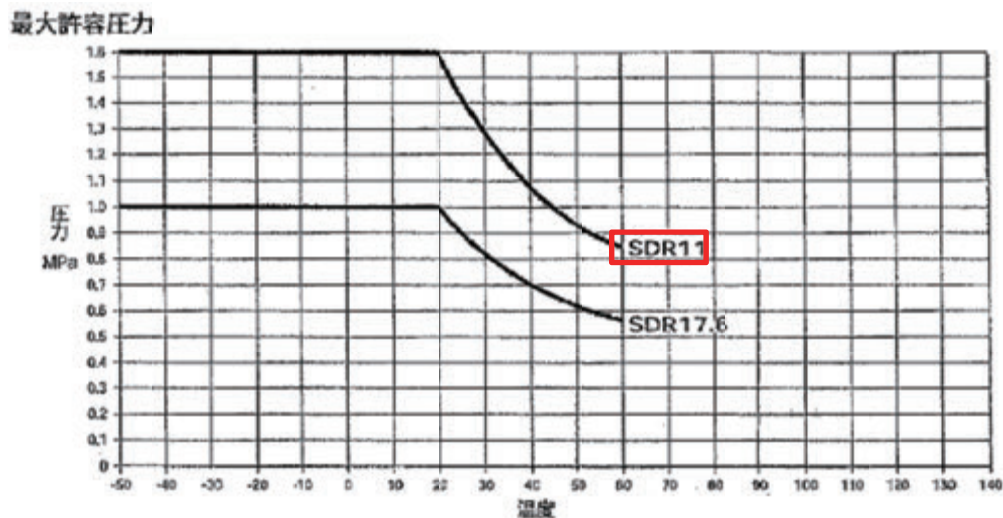


図 3 PE100 の耐圧性（本実証対象技術は SDR11 である）

3.3 熱媒の実証（既存資料による実証）

実証試験要領に規定される熱媒の実証項目及び実証結果を表 7、実証結果を表 8～10、図 4～6 示す。既存資料としては、ブラインメーカーの資料を使用した。

表 7 熱媒の実証内容

項 目	内 容	実証方法
f. 腐食性	表 8 参照	・実証申請者から提出されたカタログ等、各項目の性能を示す資料を確認した。
g. 粘性：粘性率[Pa・s]	図 4 参照	
h. 比重：[g/cm ³]	図 5 参照	
i. 比熱：[J/(kg・K)]	図 6 参照	
j. 引火性	なし	
k. 毒性	表 9 参照	
l. 生分解性／残留性	生分解性良好、残留性なし	

表 8 熱媒ウエストンブライン PB（WBPB）の腐食性

試 料			WBPB
試験濃度（vol%）			40
金属腐食 88±2℃ 336h	質量変化 (mg/cm ²)	銅	-0.08
		ハンダ	-0.10
		黄銅	-0.08
		鋼	-0.02
		鋳鉄	-0.02
		アルミ 鋳物	-0.17
	外 観		アルミ 鋳物に黒変色を認める
試験の液の性状	pH 値		7.5→8.2
	予備アルカリ度		1.6→1.8
	液相		赤色透明
	沈殿量（vol%）		痕跡

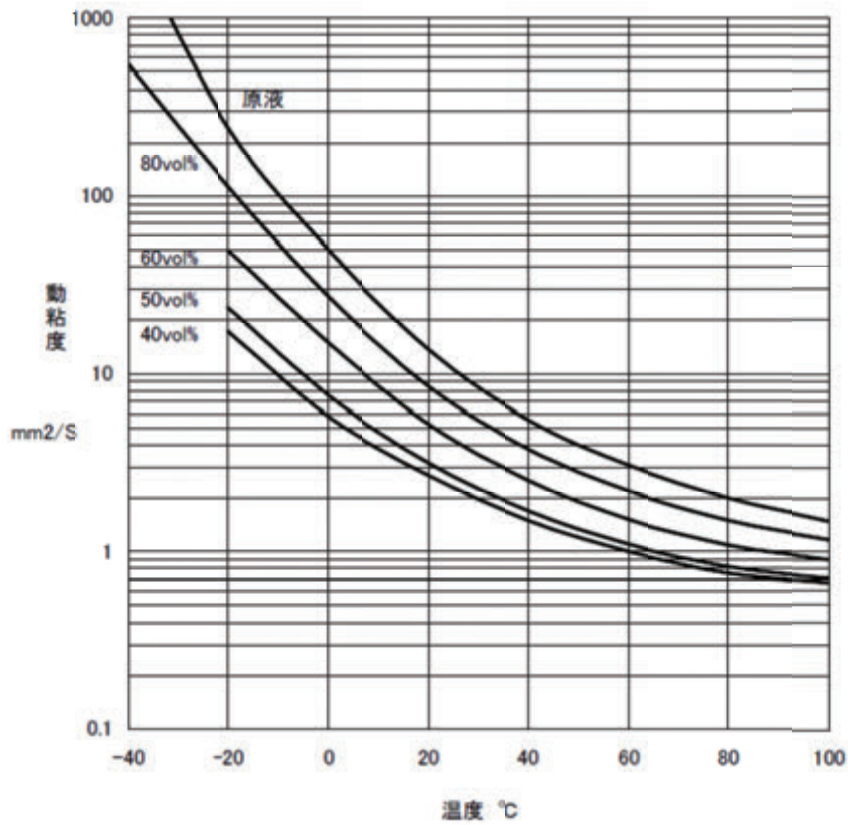


図 4 ウェストンブライン PB の粘性

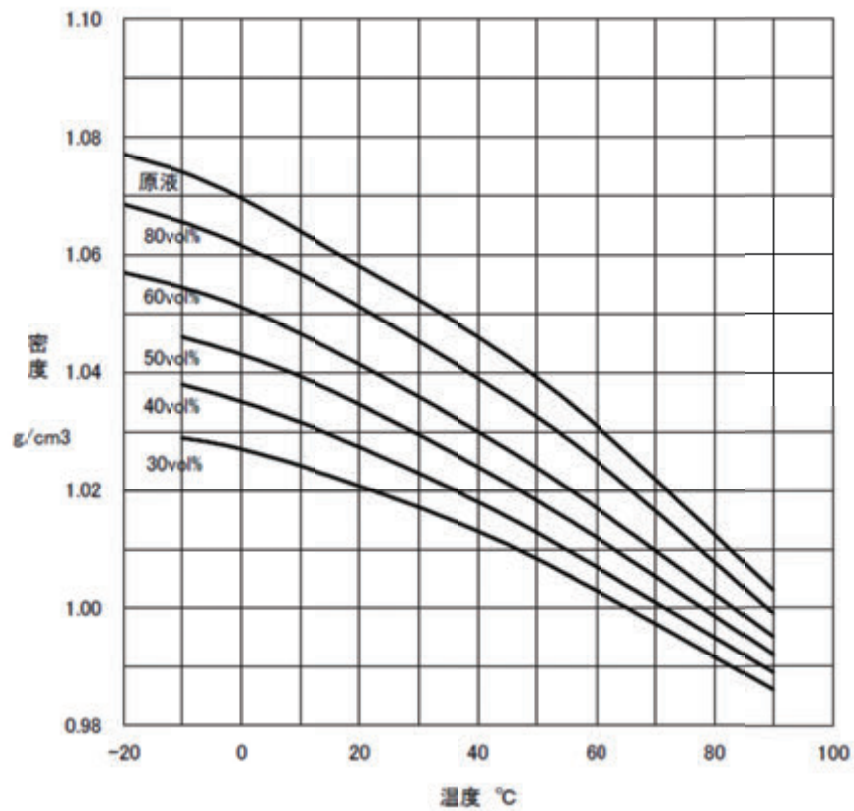


図 5 ウェストンブライン PB の密度

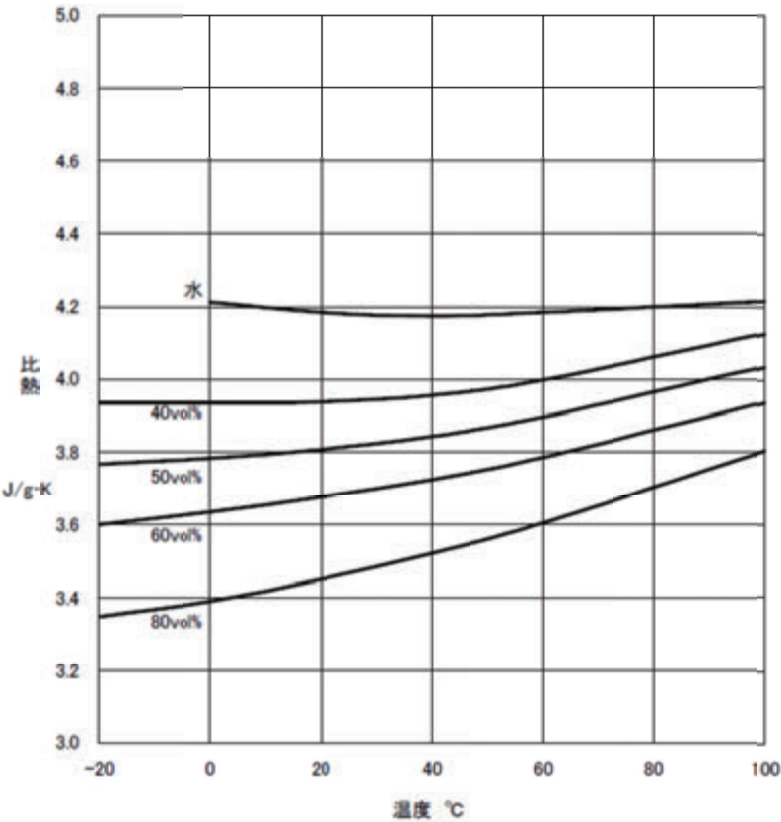


図 6 ウェストンブライン PB の比熱

表 9 ウェストンブラインの毒性

有害物質	特定化学物質並びに重金属は無添加
急性毒性	LD50 は 17g/kg(計算値)で毒性の区分は實際上無毒に分類される。 (表 10 参照)

表 10 毒性の区分（ラット経口投与）

	1	2	3	4	5	6
毒性の程度	超毒性	強毒性	中程度毒性	軽度毒性	実際無毒性	實際上無毒性
LD50 値	1mg 以下	1~50mg	50~500mg	0.5~5g	5~15g	15g 以上
人間の致死量	一滴	4mL	30g	250g	1L	1L 以上

4. 実証試験状況写真



写真1 きらめき保育園工事現場全景



写真2 保温前の配管と装置の接続状況、U字管はダブル



写真3 配管及び装置の保温を行った後、加熱循環を開始

（参考情報）

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または開発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。

○ 製品データ

項目		実証申請者または開発者 記入欄		
製品名・型番		地中熱交換井とU字管（GLOOP 40）		
製造（販売）企業名		ダイカポリマー株式会社		
連絡先	TEL／FAX	TEL：06-6774-0026 FAX：06-6774-6739		
	ウェブサイトアドレス	http://www.daikapolymer.co.jp		
	E-mail	yasuhara@daikapolymer.co.jp		
設置条件		複数の地中熱交換器(地中熱交換井)を設置する場合は、地中熱交換井どうしの熱的な干渉を避けるため、地中熱交換器は 5m 以上の間隔をあけて設置する。		
メンテナンスの必要性・コスト・耐候性・製品寿命等		U 字管は、50 年後も一定以上(10MPa)の残存強度(円周応力)を保持している高性能高密度ポリエチレン(PE100)を使用。 カーボンによる着色(黒)のため耐候劣化が抑えられるので、横引き部の露出配管としても使用可能である。		
施工性		GLOOP 40 の U 字管先端(U ベンド部)とパイプ部はバット融着により接続されており、外径 40mm でありながらコンパクトな先端部となっている。 このため掘削孔への挿入が容易である。		
コスト概算		イニシャルコスト		
		機 器 (ダブル U 字管の場合)	数量	金額
		U 字管 (GLOOP 40 x 105)	2 組	292,600
		掘削費 L=100m	1 本	1,200,000
		不凍液	500 リットル	272,200
		合 計		1,764,800

○ その他実証申請者または開発者からの情報

①GLOOP 40は外径40mm(呼び径30相当)のパイプを使用しており、通常品(外径32mm 呼び径25相当)の1.25倍の表面積を持つ。このためより多くの放熱が期待され、U字管本数の削減、長さの短縮を図ることができる。

②当社は、世界標準のISOサイズでシリーズ化した豊富なEF(電気融着)継手を取り揃えており、U字管からヒートポンプまでの横引き配管も全てポリエチレンで構築可能。これにより、錆びない、漏れない、割れない等、信頼性の高い配管システムを実現できる。

V. これまでの実証対象技術一覧

実証年度	実証機関	実証番号	実証単位	実証対象技術	実証申請者
平成24年度	特定非営利活動法人地中熱利用促進協会	052-1201	実証単位(C) 地中熱交換部	ヒロセ株式会社東京工場におけるソイルセメント杭利用の地中熱交換器	ヒロセ株式会社
		052-1202		積水化学工業株式会社群馬工場における地中熱交換器	積水化学工業株式会社、ミサワ環境技術株式会社
		052-1203		さいたま市大宮区の桜花保育園における地中熱交換井と U 字管 (GLOOP32)	ダイカポリマー株式会社
		052-1204		さいたま市見沼区のきらめき保育園における地中熱交換井と U 字管 (GLOOP40)	
平成23年度	特定非営利活動法人地中熱利用促進協会	052-1101	実証単位(A) システム全体	川田工業株式会社富山本社における地中熱利用ヒートポンプ空調システム	川田工業株式会社
		052-1102	実証単位(B) 地中熱・下水等専用ヒートポンプ	地中熱ヒートポンプユニット GSHP-1001F	サンポット株式会社
		052-1103		地中熱ヒートポンプユニット GSHP-1002URF	
平成22年度	特定非営利活動法人地中熱利用促進協会	052-1001	実証単位(A) システム全体	三菱マテリアル株式会社大宮新館における地中熱利用ヒートポンプ空調システム	三菱マテリアルテクノ株式会社
		052-1002		株式会社秀建コンサルタント本社事務所における地中熱利用ヒートポンプ空調システム	株式会社秀建コンサルタント
		052-1003		学校法人森村学園における地中熱利用ヒートポンプシステム	ミサワ環境技術株式会社
		052-1004	実証単位(B) 地中熱・下水等専用ヒートポンプ	高温型水冷式ヒートポンプチラー ZQH-12.5W12.5	ゼネラルヒートポンプ工業株式会社
		052-1005		地中熱ヒートポンプユニット GSHP-1001	サンポット株式会社
		052-1006		地中熱ヒートポンプユニット GSHP-1002UR	
		052-1007	実証単位(C) 地中熱交換部	株式会社福島地下開発本社事務所における地中熱交換井	株式会社福島地下開発
平成21年度	特定非営利活動法人地中熱利用促進協会	052-0901	実証単位(A) システム全体	「川崎市 南河原こども文化センター」における地中熱利用空調システム	JFE鋼管株式会社／JFEスチール株式会社
		052-0902	実証単位(B) 地中熱・下水等専用ヒートポンプ	水冷式ヒートポンプ(地中熱対応水冷式ヒートポンプチラー・ZQH-18W18)	ゼネラルヒートポンプ工業株式会社
		052-0903	実証単位(C) 地中熱交換部	東京都港区高輪福祉会館において掘削された地中熱交換器	ミサワ環境技術株式会社

VI. 「環境技術実証事業」について

■「環境技術実証事業」とは？

既に適用可能な段階にあり、有用と思われる先進的環境技術でも、環境保全効果等についての客観的な評価が行われていないために、地方公共団体、企業、消費者等のエンドユーザーが安心して使用することができず、普及が進んでいない場合があります。環境技術実証事業とは、このような普及が進んでいない先進的環境技術について、その環境保全効果等を第三者機関が客観的に実証する事業です。本事業の実施により、ベンチャー企業等が開発した環境技術の普及が促進され、環境保全と環境産業の発展による経済活性化が図られることが期待されます。

平成24年度は、以下の8分野を対象技術分野として事業を実施しました。

- (1) 自然地域トイレし尿処理技術分野
- (2) 小規模事業場向け有機性排水処理技術分野
- (3) 湖沼等水質浄化技術分野
- (4) 閉鎖性海域における水環境改善技術分野
- (5) VOC簡易測定技術分野
- (6) ヒートアイランド対策技術分野（建築物外皮による空調負荷低減等技術）
- (7) 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）
- (8) 地球温暖化対策技術分野（照明用エネルギー低減技術（反射板・拡散板等））

■事業の仕組みは？

環境省が有識者の助言を得て選定する実証対象技術分野において、公募により選定された第三者機関（「実証機関」）が、実証申請者（技術を有する開発者、販売者等）から実証対象技術を募集し、その実証試験を実施します。

本事業において「実証」とは、「環境技術の環境保全効果、副次的な環境影響等を、当該技術の開発者でも利用者でもない第三者機関が試験等に基づいて客観的なデータとして示すこと」と定義しています。「実証」は、一定の判断基準を設けてそれに対する適合性を判定する「認証」や「認定」とは異なります。

また、本事業では、その普及を促すため、「環境技術実証事業ロゴマーク」（図6-1）を設定すると共に、本事業の実証済技術である証として、実証試験を行った技術に対しては、実証番号入りの個別ロゴマーク（図6-5）を実証申請者へ交付しています。



図 6-1：環境技術実証事業ロゴマーク（共通ロゴマーク）
（さらに技術分野ごとに、「個別ロゴマーク」を作成しています。）

※ロゴマークを使用した宣伝などの際に、当事業で実証済みの技術について「認証」をうたう事例がありますが、このマークは、環境省が定めた基準をクリアしているという主旨ではなく、技術（製品・システム）に関する客観的な性能を公開しているという証です。ロゴマークの付いた製品の購入・活用を検討される場合には、本冊子や、各実証試験結果報告書の全体を見て参考にしてください。詳細な実証試験結果報告書については、ロゴマークに表示の URL（<http://www.env.go.jp/policy/etv/>）から確認することができます。

（１）事業の実施体制

事業運営の効率化を更に図るため、平成 24 年度からは、前年度まで分野ごとに設置されていた実証運営機関を一元化するなど、新たな事業運営体制（図 6-2）に移行しました。

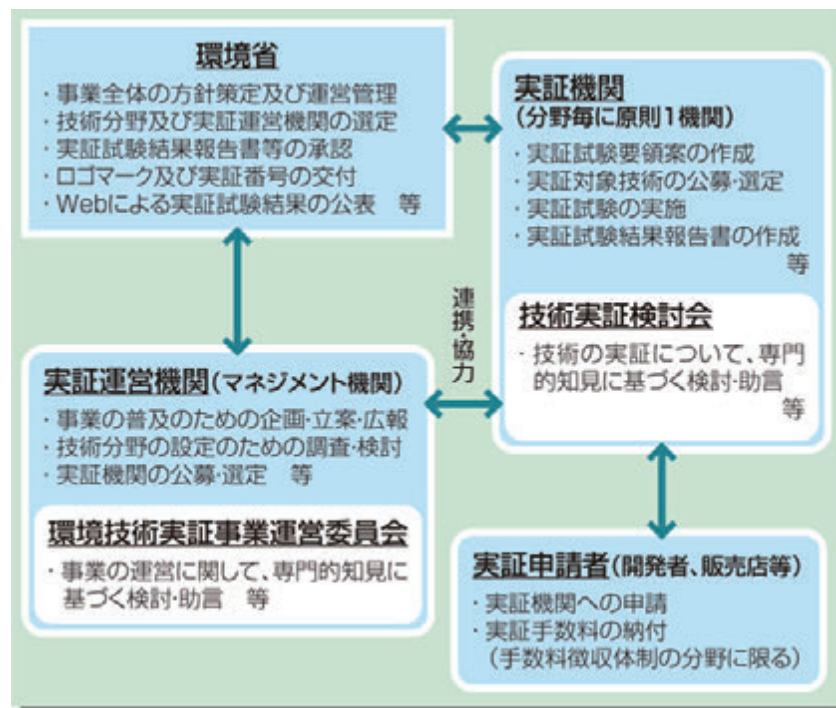


図 6-2：平成24年度における『環境技術実証事業』の実施体制

各技術分野について、実証システムが確立するまでの間、原則として分野立ち上げ後最初の2年間は、実証試験の実費を環境省が負担する「国負担体制」で実施し、その後は受益者負担の考え方に基づき、実証試験の実費も含めて申請者に費用を負担いただく「手数料徴収体制」で実施しています。

事業の企画立案、広報や技術分野の設置・休廃止に関する検討、実証機関の公募・選定等の事業全体のマネジメントについては、「実証運営機関」が実施します。実証運営機関は、公平性や公正性確保、体制及び技術的能力等の観点から、公募により選定され、平成24年度は株式会社エックス都市研究所が担当しました。

各技術分野の事業のマネジメント（実証試験要領の作成、実証対象技術の募集・選定、実証試験の実施、実証試験結果報告書の作成等）については、「国負担体制」、「手数料徴収体制」のどちらの体制においても「実証機関」が実施します。実証機関は、公平性や公正性確保、体制及び技術的能力等の観点から、公募により選定されます。

事業の運営にあたっては、有識者からなる環境技術実証事業運営委員会及び各技術分野の技術実証検討会等において、事業の進め方や技術的な観点について、専門的見地から助言をいただいています。

（２）事業の流れ

実証事業は、主に以下の各段階を経て実施されます。（図6-3）

○実証対象技術分野の選定

環境省及び実証運営機関が、環境技術実証事業運営委員会における議論を踏まえ、実証ニーズや、技術の普及促進に対する技術実証の有効性、実証可能性等の観点に照らして、既存の他の制度で技術実証が実施されていない分野から選定を行います。

○実証機関の選定

環境省及び実証運営機関は、技術分野ごとに実証機関を原則として1機関選定します。実証機関を選定する際には、公平性や公正性確保、体制及び技術的能力等の観点から、公募を行い、環境技術実証事業運営委員会において審査を行います。

○実証試験要領の策定・実証対象技術の募集・実証試験計画の策定

実証機関は、実証試験を行う際の基本的考え方、試験条件・方法を定めた「実証試験要領」を策定し、実証試験要領に基づき実証対象技術を募集します。応募された技術について、有識者からなる技術実証検討会での検討を行い、その結果を踏まえて実証機関は、対象技術を選定します。その後、実証機関は、実証申請者との協議を行いつつ、技術実証検討会で検討した上で、実証試験計画を策定します。

○実証試験の実施

実証機関が、実証試験計画に基づき実証試験を行います。

○実証試験報告書の作成・承認

実証機関は、実証試験データの分析検証を行うとともに、実証試験結果報告書を作成します。実証試験結果報告書は、技術実証検討会等における検討を踏まえ、環境省に提出されます。提出された実証試験結果報告書は、実証運営機関及び環境省による確認を経て、環境省から承認されます。承認された実証試験結果報告書は、実証機関から実証申請者に報告されるとともに、一般に公開されます。

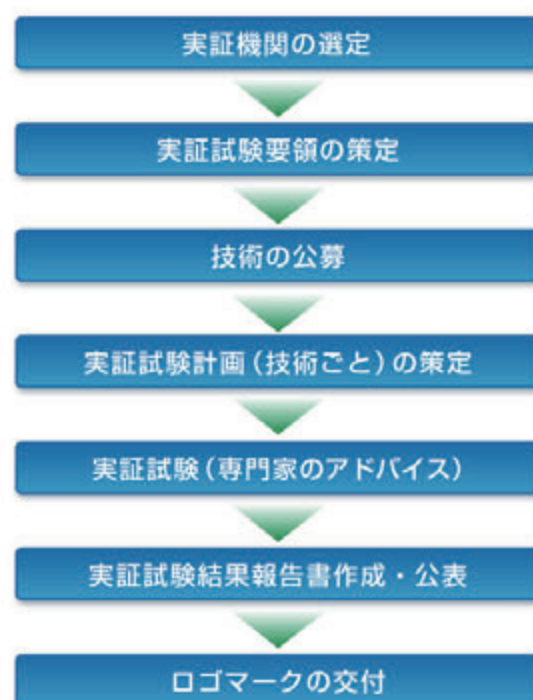


図 6-3 : 平成24年度における『環境技術実証事業』の流れ

■ヒートアイランド現象と対策

ヒートアイランド現象とは、都市の中心部の気温が郊外に比べて島状に高くなる現象で、主に、

- ①空調システム(空気熱源ヒートポンプなどによるもの)、電気機器、自動車等の人間活動より排出される人工排熱の増加
- ②緑地、水面の減少と建築物・舗装面の増大による地表面の人工化

により生じ、近年、都市に特有の環境問題として注目を集めています。ヒートアイランド現象は、長期間に渡って累積してきた都市化全体と深く結びついており、対策も長期的なものとならざるを得ないため、実行可能なものから対策を進めていくことが必要です。

政府では、平成16年3月にヒートアイランド対策に関する基本方針、実施すべき具体の対策を示した「ヒートアイランド対策大綱」を策定しました。ヒートアイランド対策のための人工排熱の低減に向けた対策は、大都市を中心とした各地方公共団体においても推進されています。

●ヒートアイランド対策大綱の概要

平成16年3月に策定されたヒートアイランド対策大綱とは、ヒートアイランド対策に関する国、地方公共団体、事業者、住民等の取組を適切に推進するため、基本方針を示すとともに、実施すべき具体の対策を体系的に取りまとめたものです。対策の柱として、

①人工排熱の低減、②地表面被覆の改善、③都市形態の改善、④ライフスタイルの改善

の4つが位置づけられていましたが、平成25年5月にその改定が行われ、新たに「⑤人の健康への影響等を軽減する適応策の推進」が追加されました。

詳細は、http://www.env.go.jp/air/life/heat_island/taikou.html から PDF ファイルをダウンロードしてご覧ください。

■ヒートアイランド対策技術分野について

平成24年度現在、本事業に設定された対策技術分野のうち、「ヒートアイランド対策技術分野」は、図6-4に示す体制で運営されています。

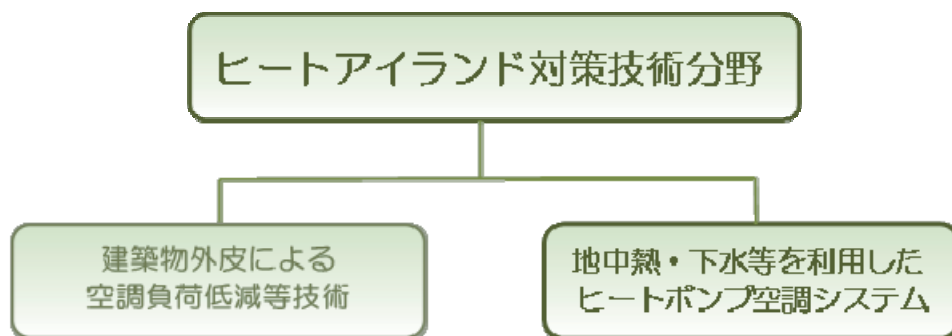


図6-4:ヒートアイランド対策技術分野の技術の種類

■なぜヒートアイランド対策技術分野を実証対象の技術分野としたのか？

環境省が平成13年度に行った調査では、東京23区における気温の上昇に影響を与える熱（空気への顕熱）のうち、人工排熱によるものが約5割を占めることが報告されています。また、平成15年度に行った調査では、オフィス、住宅などの建築物における空調機器（空気熱源ヒートポンプなどによる機器）などから外気へ出される排熱が人工排熱の5割を占めることが報告されています。これらの人工排熱は、ヒートアイランド現象の主な原因となっており、大都市の気温上昇の主な要因となっているため、対策が急務とされています。

■なぜ地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システムを実証対象としたのか？

これまで本事業で実証を行ってきたヒートアイランド対策技術には、①空冷室外機から発生する顕熱抑制技術、②建築物（事務所、店舗、住宅など）に後付けすることによって室内冷房負荷を低減させる外皮技術、及び③夏季において、外気と熱交換する空冷式のヒートポンプ（一般的な冷房）のように室外機による排熱を外気ではなく、地中等へ行う地中熱利用冷暖房技術など、大きく分けて3種類の人工排熱低減技術があります。

このうち、③に示す技術の「地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システム」は、次のようなヒートアイランド対策効果が期待できます※。

1. 人工排熱を外気中へ放出せず、地中・河川等へ排熱する空調システムは、外気中へ人工排熱を排出しないため、年間を通じてヒートアイランド抑制効果が期待できる。加えて空気熱源に比べてシステム効率が高い場合が多く、二酸化炭素排出削減効果も期待できる。
2. 地中熱及び河川水熱利用においては、ヒートアイランド対策効果として、外気と熱交換する空冷式のヒートポンプ（一般的な冷房）のように室外機による排熱を外気中に放出せず、空調機器等からの熱を地中等に排出するため、外気を直接に暖めず、ヒートアイランド抑制に寄与する。都市の人工排熱の約5割（夏季）を占める空調排熱を大幅に削減することができる。
3. 地中熱及び河川水熱利用においては、地球温暖化対策効果として、空調機器等の熱交換効率が向上するため、冷暖房や給湯に必要なエネルギー消費量が削減され、地球温暖化対策に寄与する。地中熱利用においては、エネルギー機器構成、気候の違いにより10～50%程度の削減効果がある。また、河川水熱利用※においては、熱交換効率の向上により、エネルギー消費量が14%削減した。
4. 地中熱利用及び河川水熱利用の双方において、冷却塔（クーリングタワー）等の設備が必要なくなるため、屋上などの設置スペースの有効利用が可能となるとともに、水道料金が削減される。

注)以上、1.～4.は、①ヒートアイランド現象の実態把握及び対策評価手法に関する調査報告書(平成19年3月環境省)及び②ヒートアイランド対策の計画的実施に関する調査報告書(平成20年3月環境省)から要約したもの。

※河川水熱利用については、関電エネルギー開発株式会社の資料(http://www.kan-ed.co.jp/db/db_02.pdf)より調査。

こうした検討を踏まえ以下の観点により、空調機器の熱を外気でなく地中や地下水(貯水池)・河川・下水等へ排熱する「地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システム」を「ヒートアイランド対策技術分野」の対象技術分野としました。

1. 人工排熱削減技術のうち、「地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システム」については現時点では普及が十分ではないので、本事業で技術分野として位置づけ、普及を行うことが有効である。
2. 環境行政(ヒートアイランド対策)の観点からも実証結果を公表していくことで適切な技術の普及が促されることが期待される。また、未利用エネルギーの活用という観点からも普及を行うことが適当と思われる。

なお、平成23年11月に政府がとりまとめた「エネルギー需給安定行動計画」の中の「エネルギー規制・制度改革アクションプラン」には、熱エネルギーの有効活用を推進するため、地下水熱等の未利用エネルギーの活用ルールの整備が位置づけられ、平成24年3月に「地中熱利用にあたってのガイドライン」(環境省 水・大気環境局土壌環境課 地下水・地盤環境室)が発行されました。本分野の実証試験の実施に当たっては、このガイドラインを尊重して、今後進めていくこととしています。

■ 実証対象技術について

実証対象技術の選定は、実証対象技術を保有する企業等から申請された技術・製品の内容に基づいて行われます。申請内容が記入された実証申請書を、以下の各観点に照らし、総合的に判断した上で、実証機関が対象とする技術を審査し、実証運営機関の承認を得て後、実証運営機関から承認された審査結果が、環境省に報告されます。

（１）形式的要件

- 申請技術が、対象技術に該当するか。
- 申請内容に不備はないか。
- 商業化段階にある技術か。
- 過去に公的資金による類似の実証等が行われていないか。

（２）実証対象製品の事前確認

- 技術の原理・仕組みが科学的に説明可能であるか。
- 副次的な環境問題等が生じないか。
- 環境保全効果が見込めるか。
- 先進的な技術であるか。

（３）実証方法に関する審査

- 予算、実施体制等の観点から実証が可能であるか。
- 実証試験計画が適切に策定可能であるか。
- 要領に準拠した試験が実施可能か。
- 技術の設置場所が適切か。

■ 実証番号を付した固有の環境技術実証事業ロゴマーク（個別ロゴマーク）

この章の「■事業の仕組みは？」においては、共通ロゴマーク（図6-1）について説明しましたが、ここでは個別ロゴマークについて説明します。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）において実証試験を行った実証対象技術については、環境省が行う本事業の実証済技術である証として、各実証済技術毎に実証番号が付された固有の環境技術実証事業ロゴマーク（個別ロゴマーク）（図6-5）を交付しています（平成21年度以降の実証済技術より）。

この個別ロゴマークは、実証申請者に対し交付するとともに、実証試験結果報告書の概要の1ページ目左上及び実証試験結果報告書詳細版の表紙にも貼付しました。これにより、以下のような効果を期待しています。

1. 実証申請者として、固有の個別ロゴマークを実証済技術が掲載されたカタログやウェブサイト等に掲載することにより、次のことから実証済技術(製品)の付加価値を高めることができます。
 - ① 技術(製品)毎の固有のロゴマークであること。
 - ② 製品カタログ等に掲載された個別ロゴマークと同じ個別ロゴマークが掲載された実証試験結果報告書を示すことで、実証済技術(製品)の技術的裏付けになる。
2. 実証済技術(製品)を購入・採用するエンドユーザーにとって、製品カタログと実証試験結果報告書の双方に同じ固有の個別ロゴマークが掲載されることで、双方の繋がりがより明確になります。さらに、実証試験結果報告書に掲載の個別ロゴマークの実証番号を確認することで、実証済技術の実証試験結果を容易に知ることができます。



【平成24(2012)年度版表記例】

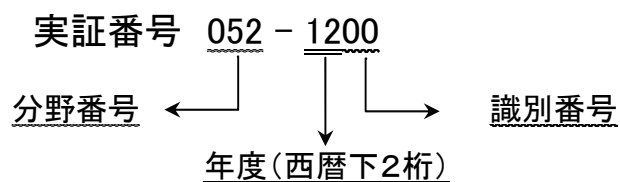


図6-5: 実証番号を付した固有の環境技術実証事業ロゴマーク(個別ロゴマーク)の例

■ 環境技術実証事業のウェブサイトについて

環境技術実証事業では、事業のデータベースとして環境技術実証事業ウェブサイト (<http://www.env.go.jp/policy/etv/>) を設け、以下の情報を提供していますので、詳細についてはこちらをご覧ください。

[1] 実証技術一覧

本事業で実証が行われた技術及びその環境保全効果等の実証結果(「実証試験結果報告書」等)を掲載しています。

[2] 実証試験要領

実証試験を行う際の基本的考え方、試験条件・方法を技術分野ごとに定めた「実証試験要領」を掲載しています。

[3] 実証運営機関・実証機関／実証対象技術の公募情報

実証運営機関・実証機関あるいは実証対象技術を公募する際、公募の方法等に関する情報を掲載しています。

[4] 検討会情報

本事業の実施方策を検討する検討会、分野別WGにおける、配付資料、議事概要を公開しています。

【参考文献】

- 1) 平成 13 年度 ヒートアイランド対策手法調査検討業務報告書
<http://www.env.go.jp/air/report/h14-02/index.html>
- 2) ヒートアイランド対策大綱 http://www.env.go.jp/air/life/heat_island/taikou.html
- 3) 平成 15 年度 都市における人工排熱抑制によるヒートアイランド対策調査(国交省・東京都・環境省)
<http://www.env.go.jp/air/report/h16-05/index.html>
- 4) 平成 20 年度環境技術実証事業ヒートアイランド対策技術分野(オフィス、住宅等から発生する人工排熱低減技術)ワーキンググループ会合(第1回)
http://www.env.go.jp/air/tech/model/heat_aeh20_01/index.html
- 5) 一般社団法人 日本冷凍空調工業会※ 統計データ
http://www.jraia.or.jp/frameset_statistic/index.html
※平成 24 年 4 月 1 日に社団法人から一般社団法人へ移行。
- 6) 平成 15 年度 環境技術実証モデル事業検討会ヒートアイランド対策技術ワーキンググループ会合(第1回) http://www.env.go.jp/air/tech/model/w_heat01/index.html
- 7) 平成 20 年度第2回環境技術実証事業検討会 http://www.env.go.jp/policy/etv/comm/h20_02.html
- 8) ヒートアイランド現象の実態把握及び対策評価手法に関する調査報告書(平成 19 年 3 月)
<http://www.env.go.jp/air/report/h19-02/index.html>
- 9) ヒートアイランド対策の計画的実施に関する調査報告書(平成 20 年3月)
<http://www.env.go.jp/air/report/h20-02/index.html>
- 10) 平成 21 年度環境技術実証事業 ヒートアイランド対策技術分野(オフィス、住宅等から発生する人工排熱低減技術)地中熱・下水等を利用したヒートポンプ空調システム 実証試験要領(第1版)
http://www.env.go.jp/press/file_view.php?serial=13460&hou_id=11083
- 11) 平成 22 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) 実証試験要領(第2版)
http://www.env.go.jp/press/file_view.php?serial=15818&hou_id=12598
- 12) 平成 23 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) 実証試験要領(第3版)
http://www.env.go.jp/press/file_view.php?serial=17469&hou_id=13758
- 13) 平成 24 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) 実証試験要領(平成 24 年 3 月 30 日改定)
http://www.env.go.jp/press/file_view.php?serial=20967&hou_id=15917

＜お問い合わせ先＞

環境省

〒100-8975 東京都千代田区霞が関1-2-2

電話番号：03-3581-3351（代表）

- 「環境技術実証事業」全般について
環境省 総合環境政策局総務課 環境研究技術室
- 「環境技術実証事業 ヒートアイランド対策技術分野」について
環境省 水・大気環境局総務課 環境管理技術室

＜環境技術実証事業ウェブサイト＞

<http://www.env.go.jp/policy/etv/>

本事業に関する詳細な情報についてご覧いただけます。

リサイクル適正の表示：印刷用の紙にリサイクルできます

本冊子は、グリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係る判断の基準にしたがい、印刷用の紙へのリサイクルに適した材料〔Aランク〕のみを用いて作製しています。

環境技術
実証事業

ETV 環境省

<http://www.env.go.jp/policy/etv/>

●本事業に関する詳細な情報は、ウェブサイトでご覧いただけます。

<http://www.env.go.jp/policy/etv/>

このウェブサイトでは、実証試験要領、検討会における検討経緯、実証試験結果等をご覧いただけます。

●「環境技術実証事業」全般に関する問合せ先

環境省総合環境政策局総務課 環境研究技術室
〒100-8975 東京都千代田区霞が関1-2-2 中央合同庁舎5号館 TEL:03-3581-3351(代表)

●「環境技術実証事業ヒートアイランド対策技術分野」に関する問合せ先

環境省水・大気環境局総務課 環境管理技術室
〒100-8975 東京都千代田区霞が関1-2-2 中央合同庁舎5号館 TEL:03-3581-3351(代表)