



○ 全体概要

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	鹿児島県薩摩川内市の株式会社日本地下技術川内支店における地中熱利用冷暖房システム
実証申請者	株式会社日本地下技術
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 26 年 7 月 14 日～平成 27 年 2 月 1 日 (現地計測期間)

<p><b>1. 実証対象技術の概要</b></p> <p><b>1.1 原理</b></p> <p>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、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。</p> <p><b>1.2 実証試験の環境</b></p> <p>実証試験実施施設の概要を表 1 に示す。</p> <p style="text-align: center;"><b>表 1 実証試験実施施設の概要</b></p> <table border="1"> <tr> <td>施設概要</td> <td>施設名：株式会社日本地下技術 川内支店 施設所在地：鹿児島県薩摩川内市高城町 1621 番地 1 施設の用途：1 階の事務室及び応接室</td> </tr> <tr> <td>施設の規模および空調方式</td> <td>軽量鉄骨造 2 階建 空調面積：事務室：134m<sup>2</sup>、応接室：18m<sup>2</sup> 空調システム 地中熱ヒートポンプ：ゼネラルヒートポンプ工業製 地中熱源対応空水冷式ビル用マルチシステム 冷房能力 33.5kW 1 台 地中熱空調用室内ユニット： 事務室：天井埋込型 冷房能力 16.0kW 2 台 応接室：壁掛け型 冷房能力 4.5kW 1 台 なお、1 階の社長室と 2 階は空気熱源エアコン</td> </tr> <tr> <td>地質データ</td> <td>敷地調査用のボーリング柱状図がある。地表から深度 26m は第四紀の礫層、砂層、シルト層、26m 以深は凝灰岩。</td> </tr> <tr> <td>地下水状況</td> <td>地下水位 -4.3m。</td> </tr> </table>		施設概要	施設名：株式会社日本地下技術 川内支店 施設所在地：鹿児島県薩摩川内市高城町 1621 番地 1 施設の用途：1 階の事務室及び応接室	施設の規模および空調方式	軽量鉄骨造 2 階建 空調面積：事務室：134m <sup>2</sup> 、応接室：18m <sup>2</sup> 空調システム 地中熱ヒートポンプ：ゼネラルヒートポンプ工業製 地中熱源対応空水冷式ビル用マルチシステム 冷房能力 33.5kW 1 台 地中熱空調用室内ユニット： 事務室：天井埋込型 冷房能力 16.0kW 2 台 応接室：壁掛け型 冷房能力 4.5kW 1 台 なお、1 階の社長室と 2 階は空気熱源エアコン	地質データ	敷地調査用のボーリング柱状図がある。地表から深度 26m は第四紀の礫層、砂層、シルト層、26m 以深は凝灰岩。	地下水状況	地下水位 -4.3m。
施設概要	施設名：株式会社日本地下技術 川内支店 施設所在地：鹿児島県薩摩川内市高城町 1621 番地 1 施設の用途：1 階の事務室及び応接室								
施設の規模および空調方式	軽量鉄骨造 2 階建 空調面積：事務室：134m <sup>2</sup> 、応接室：18m <sup>2</sup> 空調システム 地中熱ヒートポンプ：ゼネラルヒートポンプ工業製 地中熱源対応空水冷式ビル用マルチシステム 冷房能力 33.5kW 1 台 地中熱空調用室内ユニット： 事務室：天井埋込型 冷房能力 16.0kW 2 台 応接室：壁掛け型 冷房能力 4.5kW 1 台 なお、1 階の社長室と 2 階は空気熱源エアコン								
地質データ	敷地調査用のボーリング柱状図がある。地表から深度 26m は第四紀の礫層、砂層、シルト層、26m 以深は凝灰岩。								
地下水状況	地下水位 -4.3m。								

### 1.3 実証試験時のシステムの全体構成

本実証対象技術の地中熱交換井は、碎石を敷いた駐車場スペースの地中に、グリッド状に4本×3列、合計12本が配置されており、隣り合う交換井同士の間隔は4mである。12本の各地中熱交換井には、シングルU字管が挿入され、熱媒の入口側と出口側の配管は、それぞれ入口側ヘッドと出口側ヘッドにまとめられて、ヒートポンプにつながっている。二次側（利用側）は直膨式で、ヒートポンプからは冷媒配管が室内機につながっている。

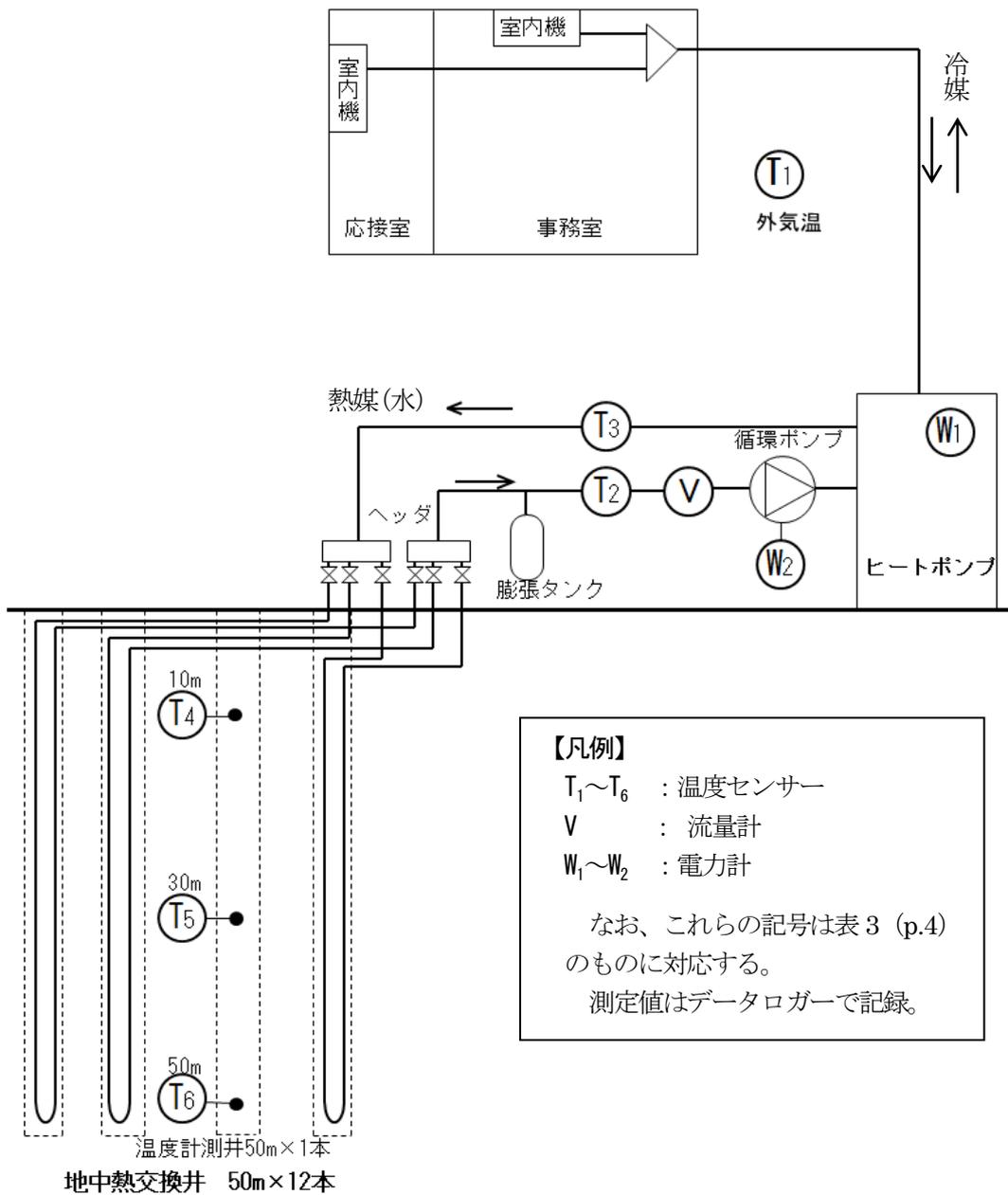


図1 実証対象技術の概要

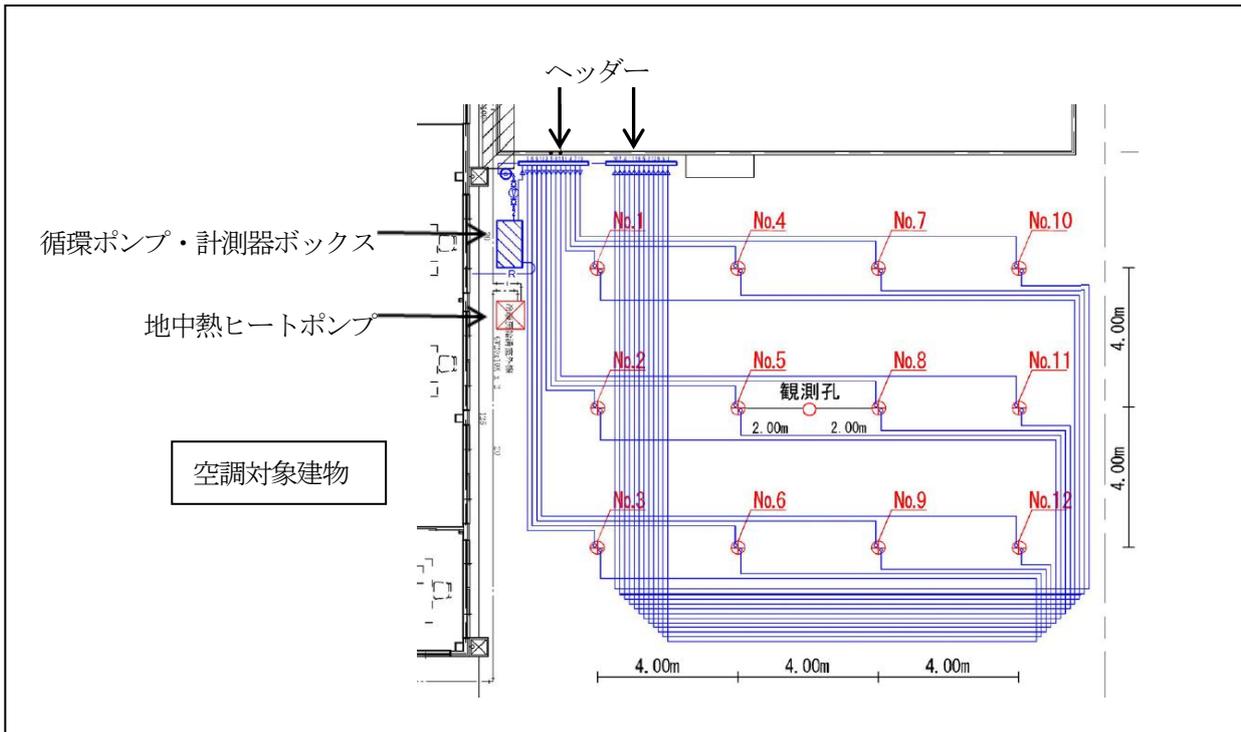


図2 地中熱交換井と配管の配置図

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"> <li>・深度および本数：深度 50m×12 本。4m 間隔、1 列に 4 本で 3 列。</li> <li>・掘削坑径：170mm (深度約 30m まで。ケーシング使用で掘削後ケーシング引き抜き済)、125mm (約 30m 以深)</li> <li>・U 字管：イノアック住環境製 高密度ポリエチレン管 「Uポリパイ GUP-25A」 シングル、挿入長 51.15m。</li> <li>・充填材：砕石 径 2～5mm ・地下水位：4.3 m</li> </ul>
循環ポンプ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・製品名：テラル株式会社製 LP40A6.4 32A 1 台。</li> <li>・能力：100L/min×10m</li> </ul>
地中熱用ヒートポンプ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・製品名：ゼネラルヒートポンプ工業株式会社製 地中熱源対応空水冷式ビル用マルチシステム ZP3-XS335-T</li> <li>・水冷冷房能力：33.5kW、水冷暖房能力：37.5kW</li> <li>・台数：1</li> <li>・制御方式：インバータ制御</li> <li>・冷媒：R410A</li> <li>・タイプ：2 次側直膨式</li> </ul>
熱媒	<ul style="list-style-type: none"> <li>・一次側：水 ・二次側：直膨式 (冷媒)</li> </ul>
室内機	<ul style="list-style-type: none"> <li>・製品名：ゼネラルヒートポンプ工業株式会社製 地中熱源対応空水冷式ビル用マルチシステム 室内ユニット</li> <li>事務室：天井埋込型 4 方向吹出し ZPI-S160F 冷房能力 16.0kW 2 台</li> <li>応接室：壁掛型 ZPI-K45F 冷房能力 4.5kW 1 台</li> </ul>
空冷と水冷の切り替え	<ul style="list-style-type: none"> <li>・非常時のみ空冷 (自動または手動) (空冷か水冷かは、データロガーの保存記録から確認できる。)</li> </ul>

## 2. 実証試験の概要

### 2.1 システム全体の实証試験

システム全体の实証試験は、図 1 (p.2) に示す各計測器で測定された数値をデータロガーにて記録保存した。測定項目と測定機器は表 3 に示す。

表 3 測定項目と測定機器

	測定項目	記号	測定箇所数	測定機器
必須	(1) 一次側 (熱交換井～ヒートポンプ)			
	①熱媒温度 (ヒートポンプ入口)	T <sub>2</sub>	1	測温抵抗体
	②熱媒温度 (ヒートポンプ出口)	T <sub>3</sub>	1	測温抵抗体
	③熱媒流量 (ヒートポンプ入口主配管)	V	1	電磁流量計
	④電力量 (ヒートポンプ)	W <sub>1</sub>	1	CT 電力変換器
	⑤電力量 (熱媒循環ポンプ)	W <sub>2</sub>	1	CT 電力変換器
任意	(2) 一次側			
	⑩地中熱交換井内温度 (約 10、30、50m 深)	T <sub>4</sub> ~T <sub>6</sub>	3	測温抵抗体
	(3) 二次側			
	なし			
	(4) 環境側			
	⑪外気温度	T <sub>1</sub>	1	測温抵抗体

※全ての測定項目は 1 日 24 時間、1 分間隔で測定した。

## 3. 実証試験結果

### 3.1 システム全体の实証項目

実証試験要領に実証項目として規定される必須項目及び任意項目の試験は、以下の期間で行った。

- ・実証試験期間 (計測期間) : 平成 26 年 7 月 14 日～平成 27 年 2 月 1 日
- ・冷房期間 : 平成 26 年 7 月 14 日～平成 26 年 9 月 30 日
- ・暖房期間 : 平成 26 年 11 月 18 日～平成 27 年 2 月 1 日

システム全体の实証試験結果を表 4 (次頁) に示す。

ヒートアイランド抑制に関する性能は、表 4 中の必須項目「a. 冷房期間のシステムエネルギー効率」と「c. 冷房期間の地中への排熱量」の両方の値から総合的に評価される。

技術の性能の高さは、システムエネルギー効率も評価に加味され、地中への排熱量のみが当該技術の性能の高さを示すものではない。

表4 システム全体の実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 (ヒートポンプ、1次側循環ポンプを含む)	3.56
		b. 冷房期間のシステム消費電力 (ヒートポンプ、1次側循環ポンプを含む)	2.30kW
		c. 冷房期間の地中への排熱量	9.80kW
	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(ヒートポンプ、1次側循環ポンプを含む) COP <sub>ETV</sub> <sup>*</sup>	3.47
		e. 暖房期間のシステムエネルギー効率(ヒートポンプ、1次側循環ポンプを含む)	3.38
		f. 暖房期間のシステム消費電力	3.83kW
		g. 暖房期間の地中からの採熱量	9.74kW

※ COP<sub>ETV</sub>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。

表5 システム全体の実証項目以外の試験結果(参考項目)

項目	試験結果	
	冷房期間	暖房期間
①ヒートポンプ単独のCOP	4.82	4.13
②地中熱交換井の長さ1メートル当たりの熱交換量	16.3W/m	16.2W/m

### 3.2 その他の実証項目

実証単位(A)の実証試験では、実証単位(C)地中熱交換部の実証項目も示すこととなっている。

なお、熱媒循環部のデータは既存資料から引用したもので、実証試験要領\*の規定に基づき、参考項目として示す。 \*平成26年5月1日付、p.36 表11及び表12の「実証方法」参照。

(本報告書・詳細版p.11 本編1.1.4 表1-3、1-4の「実証方法」も同様。)

#### (1) 地中熱交換部全体の実証項目

地中熱交換部全体の実証項目は、サーマルレスポンス試験(TRT)によって、地中熱交換井の熱抵抗と土壌部分の熱伝導率を示す項目であるが、現地の状況からTRTができなかったため、規定により代替の地質データを示した(本報告書・詳細版本編「6.1 地中熱交換部全体の実証項目」参照)。

#### (2) 熱媒循環部(U字管)の実証項目(参考項目)

表6 U字管の仕様

項目	内容
製品名及び型式	地中熱交換パイプ「U-ポリパイ」GUP-25A
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 27.0mm
設置方式	シングルU字管
U字管長さ	挿入長 51.15m

実証試験要領に規定される熱媒循環部 (U字管) の実証項目と既存資料を確認した結果を表 7 に示す。

表 7 熱媒循環部 (U字管) の特性 (既存資料による)

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 8 を参照
e. 耐圧性	表 9 を参照

表 8 耐薬品性

### 耐薬品性

高密度ポリエチレン管材料の主な耐薬品性を示す。

(この表は ISO/ 10358 に基づいたものである。管に圧力または、他の応力を加えた状態では、別の挙動を示すことがある)

摘要 ◎: 優 ○: 良 ×: 不可 ※: 管に臭いが移行する。

薬品名	温度 °C		臭い 移行	薬品名	温度 °C		臭い 移行	薬品名	温度 °C		臭い 移行	薬品名	温度 °C		臭い 移行
	20	60			20	60			20	60			20	60	
酸及び酸性薬品				アルカリ				有機溶剤				ガス			
塩酸 35%	◎	◎		アンモニア水溶液	◎	◎		エチルアルコール 40%	◎	○		亜硫酸ガス/炭酸ガス	◎	◎	
硫酸 60%	◎	◎		苛性ソーダ	◎	◎		// 95%	○	○		炭酸ガス	◎	◎	
// 98%	○	×	※	苛性カリ	◎	◎		メチルアルコール	◎	○		天然ガス	◎	○	
硝酸 25%	◎	○		水酸化カルシウム	◎	◎		アセトン	○	×	※	一酸化炭素	◎	◎	
// 50%	○	×	※	塩 類				アニリン	○	×	※	二酸化炭素	◎	◎	
// >50%	×	×	※	重クロム酸カリウム	◎	◎		ベンゼン	×	×	※	オゾン	○	×	
燐酸 50%	◎	◎		過マンガン酸カリウム	◎	◎		四塩化炭素	×	×	※	塩素ガス	×	×	※
酢酸 60%	◎	○	※	炭酸カルシウム	◎	◎		クロロホルム	×	×	※	その他			
氷酢酸	○	○	※	塩化第二鉄	◎	◎		二硫化炭素	×	×	※	写真現像液	◎	◎	
クロム酸	◎	○	※	塩化バリウム	◎	◎		アセトアルデヒド	○	×	※	海水	◎	◎	
蟻酸 <80%	◎	◎		硫酸	◎	◎		エチルエーテル	×	×	※	ガソリン	○	×	※
蔞酸	◎	◎		過酸化 水素	10%	◎	◎	グリセリン	◎	○		灯油	○	×	※
乳酸	◎	◎			30%	◎	○	ホルマリン 40%	◎	◎		尿素	◎	◎	
オレイン酸	○	×	※		90%	◎	×	※	トルエン	×	×		白蟻駆除剤	×	×
マレイン酸	◎	◎						エタノール 40%	◎	○					

U-ポリパイの耐圧性は表 9 の通りである。

表 9 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

使用温度	-20°C	-10°C	0°C	10°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C
圧力(MPa)	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.41	1.32	1.21	1.12

### (3) 熱媒の参考項目

熱媒は「水」を使用しているので、熱媒データとして示すものは特にない。

#### 4. 実証対象技術の設置状況写真



写真1 室外設備の全景

左側からヒートポンプ、循環ポンプ・計測器ボックス、往きヘッダー、還りヘッダーが見える。

地中熱交換井は、手前の駐車場スペースの地中に並んで掘削されている。

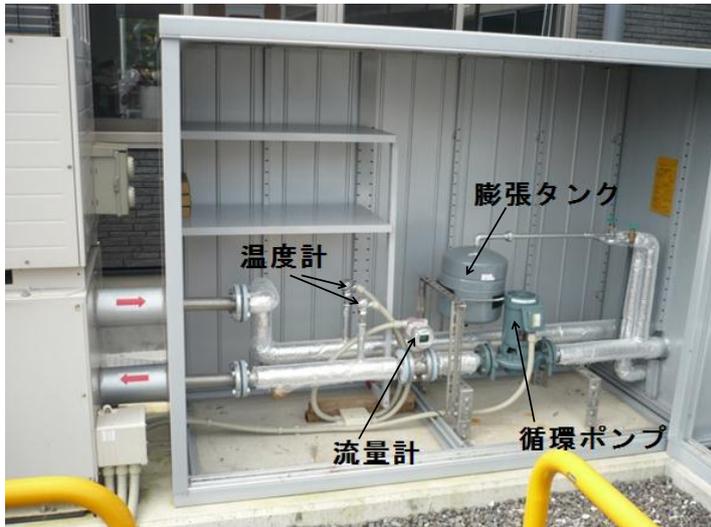


写真2 循環ポンプ、計測器等



写真3 地中熱ヒートポンプ



写真4 地中熱利用冷暖房をしている事務室

天井に地中熱用の室内機が2つ見える。

(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		鹿児島県薩摩川内市の株式会社日本地下技術川内支店における地中熱利用冷暖房システム (英文表記: Ground-source heat pump system at the Sendai Branch Office Nihon Chika Gijutsu Co., Ltd. Satsumasendai City, Kagoshima Prefecture )		
製品名・型番		—		
製造(販売)企業名		株式会社日本地下技術 (英文表記: Nihon Chika Gijutsu Co., Ltd. )		
連絡先	TEL/FAX	TEL : 099-218-0020	FAX : 099-218-0021	
	ウェブサイト アドレス	http://www.nihonchika.co.jp/		
	E-mail	Info@nihonchika.co.jp		
設置条件		地中熱交換井掘削工事時にボーリングマシン設置のスペースが必要。 地中熱交換井は 4m 間隔で設置。		
メンテナンスの必要性・コスト・耐候性・製品寿命等		熱交換器は高密度ポリエチレン管を使用。優れた耐久性・耐衝撃性・耐薬品性をもつ材料で、20℃で約 50 年使用可能。 配管はヘッダー式で、1 孔ずつのメンテナンスや閉塞が可能。		
施工性		掘削には自走式ボーリングマシンを使用するため、やぐらを組むスペースを必要とせず狭い敷地でも施工が可能。 空水冷式ヒートポンプを使用しているため、水冷がトラブルで停止しても空冷に切り替えて運転できる。		
コスト概算		イニシャルコスト		
		機 器	数 量	
		ボアホール工事	一式	15,000 千円
		※掘削工事・充填工事・U字管挿入工事ほか		

○ その他実証申請者または開発者からの情報

弊社川内支店に導入しているヒートポンプシステムは、運用しながら随時データ解析を行いランニングコストやCO2の削減率を観測中です。なお、ヒートポンプユニット・ヘッダー・PCによる管理システムは見学可能です。また、長年の井戸・温泉掘削工事の豊富な実績を活かして多様な地中熱利用設備の施工をいたします。

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。