

●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

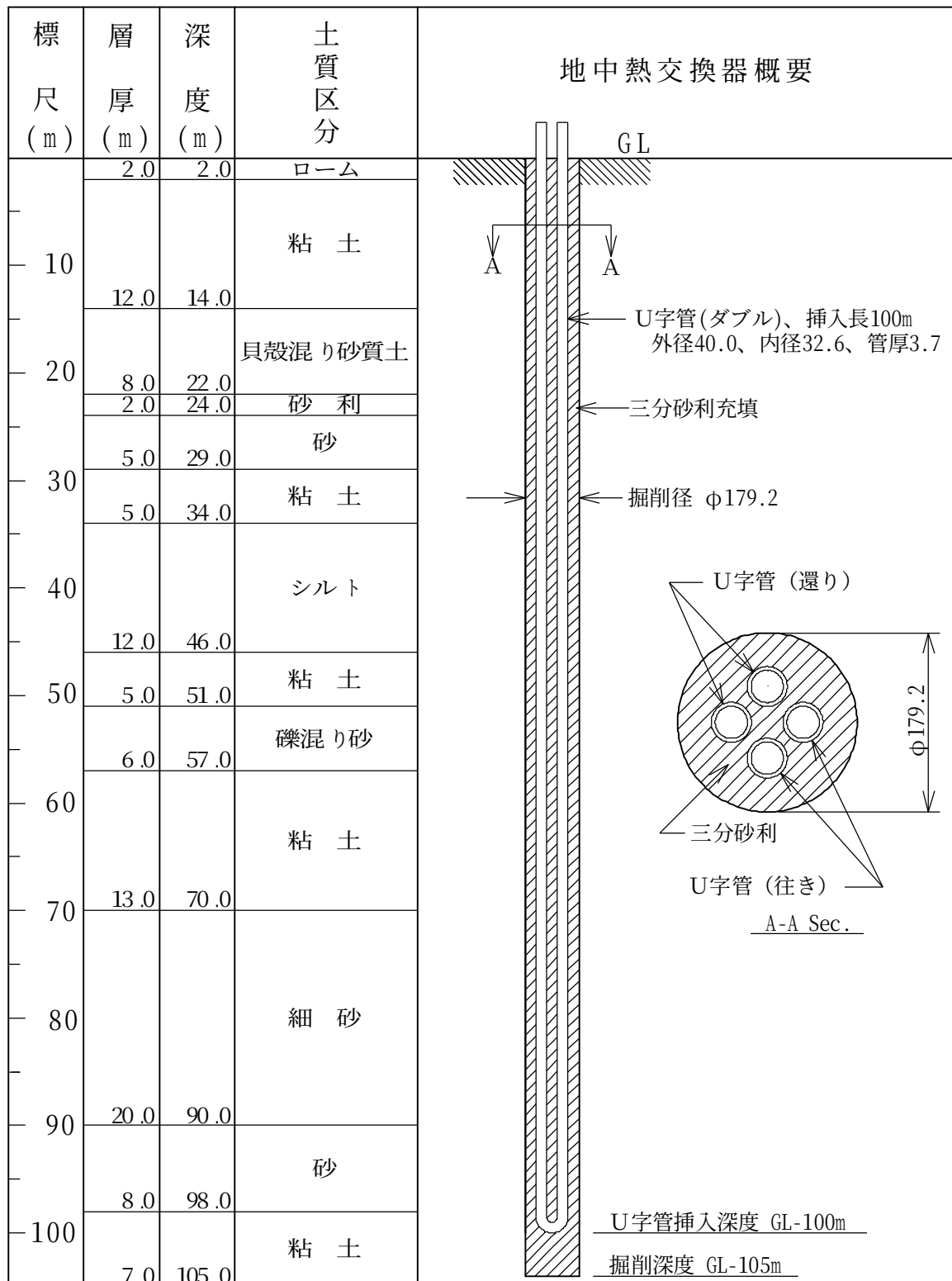


図1 地盤柱状図及び地中熱交換器

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。

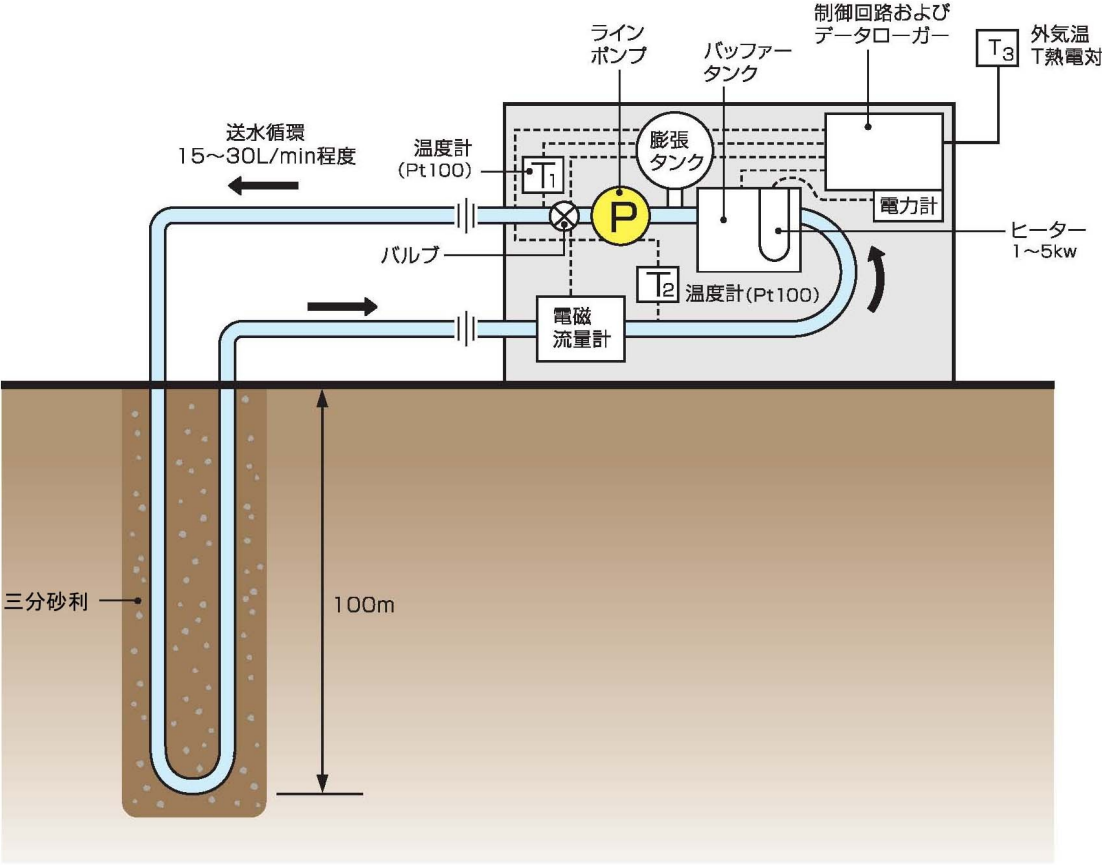


図2 サーマルレスポンス試験装置の模式図

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

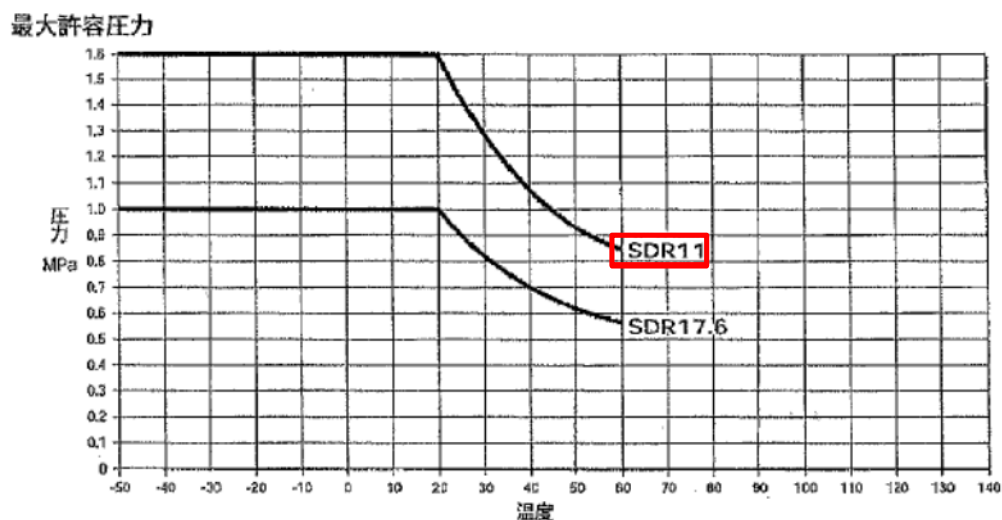


図3 PE100 の耐圧性（本実証対象技術は SDR11 である）

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

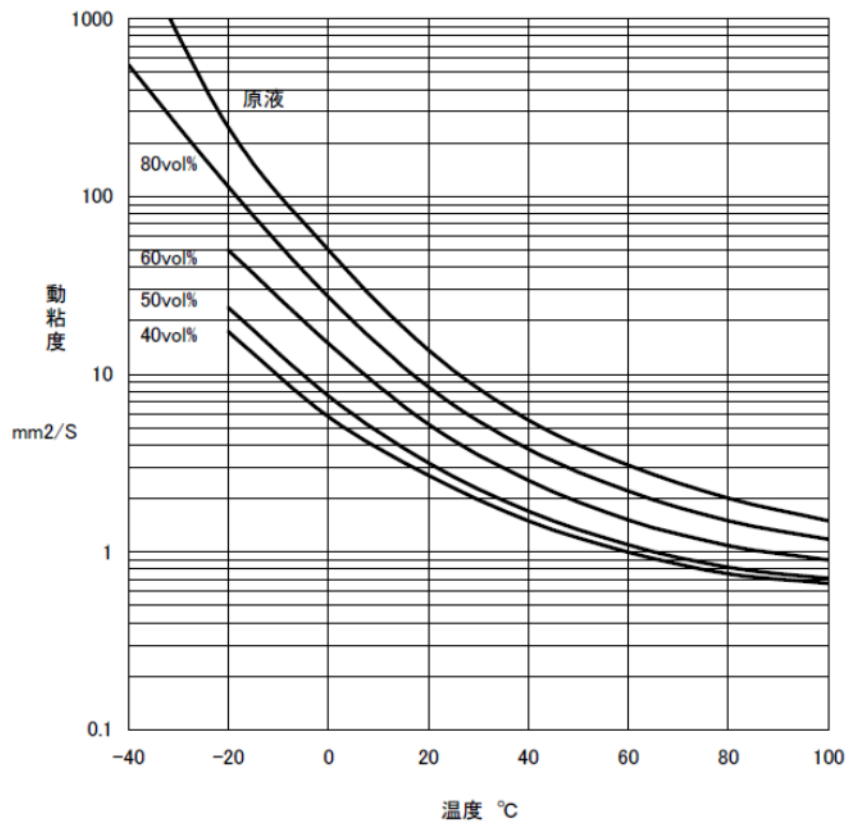


図4 ウェストンブライン PB の粘性

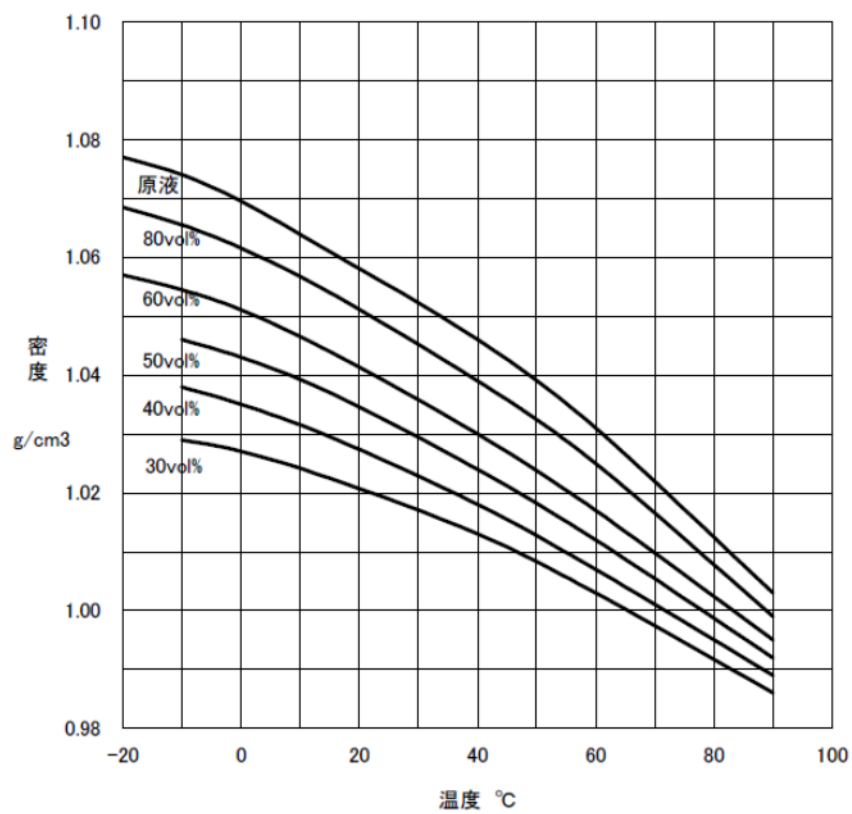


図5 ウェストンブライン PB の密度

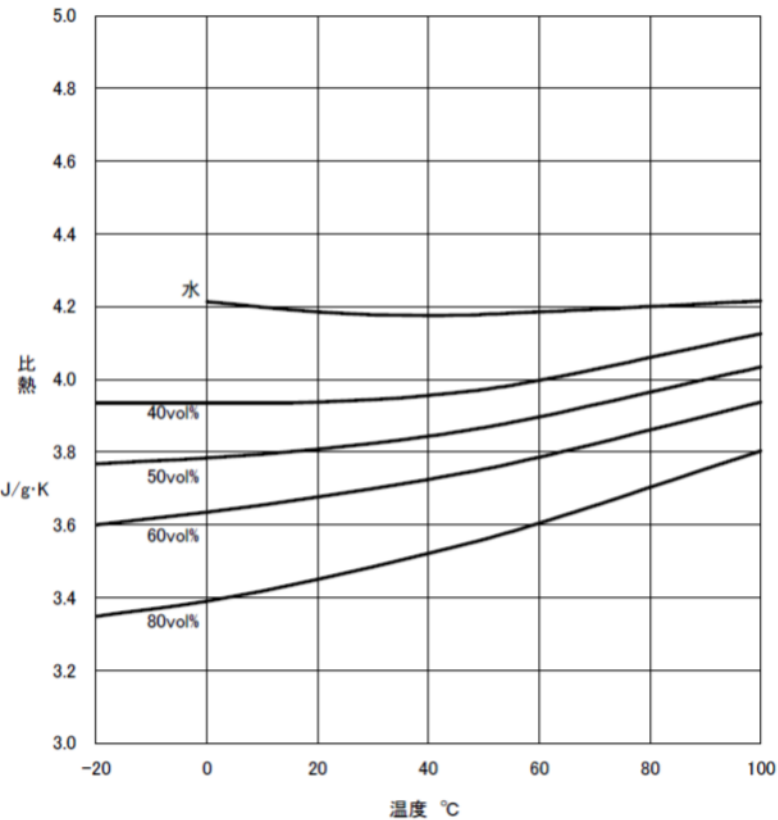


図 6 ウェストンブライン PB の比熱

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。