

# 技術開発成果報告書

<b>事業名</b> ■住宅等におけるエネルギーの効率的な利用に資する技術開発 ・住宅等に係る省資源、廃棄物削減に資する技術開発 ・住宅等の安全性の向上に資する技術開発	<b>課題名</b> 液状化対策ドレン/地中熱利用熱交換井のハイブリッドシステム
---	---

## 1. 技術開発のあらまし

### (1) 概要

地中熱ヒートポンプ(以下 HPS)は、地中の温度差を熱源として利用する冷暖房・給湯システムで、効率を40～50%以上向上させる等、非常に省エネルギー性に優れている。一方、液状化対策において、グラベルドレン等の「間隙水圧消散工法」はその効果が実証されており、3.11 大震災でも十分に防災機能を果たした。

本開発では、このグラベルドレン等を地中熱利用の熱交換井として利用できるようなシステム(特許第4928644号)を試作開発し、その実用性を検証した。

### (2) 実施期間

(平成25年度)

### (3) 技術開発に係った経費

(技術開発に係った経費 66,749千円 補助金の額 33,300千円)

### (4) 技術開発の構成員

A-MEC株式会社  
 株式会社秀建コンサルタント  
 株式会社 セントラル・ニューテクノロジー

### (5) 取得した特許及び発表した論文等

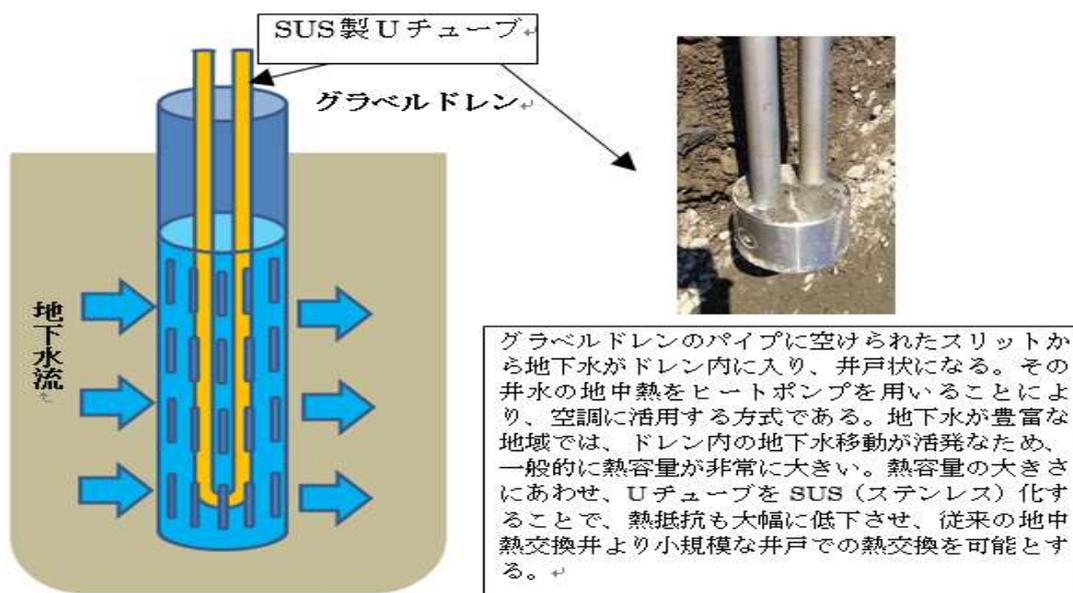
該当無し

## 2. 評価結果の概要

### (1) 技術開発成果の先導性

国内初のハイブリッド交換井の実用機の性能確認を行った。液状化防止の機能と共に、地中熱利用効率化を目指すものである。採熱性は従来方式のPE製Uチューブ直接埋設方式に比べ、大幅に向上しており、従来よりも短い地中熱採熱管長で実用的採熱が検証できた。液状化防止の工事が必要な建築物においては、ハイブリッド交換井方式を用いることで、冷暖房に関するエネルギーの大幅削減が可能であり、経済効果として大きく期待できるところである。

図 試作したハイブリッド交換井



実験結果を要約すると、以下の通りである。

表 実験結果のまとめ

	暖房			冷房		暖房	冷房
	2mピッチ 25本	2mピッチ 5×3=15本	4mピッチ 3×5=15本	2mピッチ 25本	2mピッチ 5×3=15本	ウェル	ウェル
テスト時空調能力 (交換熱)(kW)	17.2	17	16.3	12.5	10.8	17.4	15.9
COP	3.8	3.3	3.4	8.5	6.7	4.3	7.0
SCOP	3.3	2.9	3.0	7.3	5.8	4.1	6.6
各SUSパイプ 熱製造能力平均値 (kW)	0.7	1.1	1.0	0.5	1.1		
各SUSパイプ 熱製造能力MAX値 (kW)	0.7	1.4	1.1	0.9	1.2		

①ハイブリッド交換井の高い採熱性能

TRT 試験結果では、ハイブリッド交換井の採熱性能は 83 (W/m) となり、通常のブライン (U チューブ) 方式の熱交換井 30~40 (W/m) と比較して 2 倍以上の数値であり、高い採熱性能が確認できた。

②ヒートポンプシステム (空調機) 運転試験における十分な効率の確認

ハイブリッド交換井に接続したヒートポンプ (空調機) の運転試験において、COP は上表の通り、水冷式空調機のはほぼ定格 COP まで出力でき、十分な効率が確認できた。

暖房 COP3.3~3.8 冷房 COP6.7~8.5

③ハイブリッド交換井の運転時における熱供給能力

ハイブリッド交換井に接続したヒートポンプ (空調機) の運転試験において、その熱供給能力は、上表の通り、暖房で 0.5~1.4 (KW/熱交換井 1 本 : 12m) である。

④熱交換井の間隔 (ピッチ) の影響

ヒートポンプ (空調機) の運転試験において、熱交換井の間隔 (ピッチ) 2m では 1 本あたりの熱供給能力は低下し、同 4m ではこれが 40%以上増加した。

(2) 技術開発の効率性

本開発では、3 企業の協力により、ハイブリッド交換井は必要最低数である 2mピッチで 5本×5列で 25本の交換井を用意した。各列は 3本直列と 2本直列の 2系統が入っており、バルブ操作で 4mピッチとすることも可能である。残りの 1列は井水を汲み上げる為のハイブリッドウェルである。こうして、バルブ切り替えで規模条件を切り替えできるようにし、試作設備資金の効率化をはかった。

(3) 実用化・市場化の状況

実用化・市場化の可能性：熱交換井の性能が従来比倍以上の能力があるので、例えば 1 世帯当たりの空調電力を 3kW と見込むと、ハイブリッド交換井は 3 本 (36m 分) で賄える性能が見込まれる。小規模ビル等の建造物の場合、液状化対策としてグラベルドレン、パイプドレンを一定割合で敷設する場合、そこからの地中熱採熱で建物内の多くの空調需要を賄うことが出来ると予想される。以上より、工法の標準化を進めることで、施工コスト低減が実現でき、数年内の市場化が可能と考えられる。

#### (4) 技術開発の完成度、目標達成度

冷暖房に関するエネルギーの大幅削減は CO2 排出量の大幅削減にも貢献し、環境面でも優れている。かつ、従来の直接埋設方式の欠点である、埋設後の U チューブ補修の為取出し不可能の面に対しても、本方式は採熱管が取出し可能であり、メンテナンス性も優れている。

また、本方式は特殊な原材料を用いていないため、国内のどこでも汎用品で施工可能であり、施工性にも優れている。

#### (5) 技術開発に関する結果

##### ・成功点

①熱容量向上:一般的な直接埋設方式の場合、地面の比熱は 1~2(J/gK)に対し、本方式では熱交換 SUS 製パイプの周囲は水であり、水の比熱は 4.2(J/gK)であり、熱交換パイプ周囲の熱容量も約 2 倍となる。②豊富な地下水:地震時に液状化しやすい地域は地下水が豊富であり、試験地域では地下水の影響が大きく、採熱性が向上する。以上の理由で熱交換性能が大幅に向上したと考えられる。

##### ・残された課題

熱交換 SUS 製パイプの材料費及び窓抜き加工において、相当のコストを要している。今後は、鋼材の見直し、規格標準化により、成型加工や自動切削加工を進めコストダウンの必要がある。

### 3. 対応方針

#### (1) 今後の見通し

ハイブリッド交換井(12m)1 本当たり約 1kW の熱交換量が確保できる。総じて、ハイブリッド交換井はヒートポンプの負荷変動に対する応答性が高く、このため、空調システムの高レスポンス化と効率化(設備のダウンサイズ化)が可能となるため、こうした都市型の中小規模建築物に適用を促進させる。