

平成25年度 住宅・建築関連先導技術開発助成事業

# 液状化対策ドレン/地中熱利用熱交換井 ハイブリッドシステムの開発

株式会社 秀建コンサルタント

A-MEC 株式会社

株式会社 セントラル・ニューテクノロジー

# 背景と先行技術1 液状化対策ドレーン

## 1.液状化対策は喫緊の課題

3.11大震災では、その周期や持続時間の長さにより、前例のない程広範囲かつ大規模に液状化が発生、多くのインフラや建築物に甚大な被害、液状化災害の深刻さが改めて再認識された。南海トラフ大地震や関東地域で大規模直下型地震が懸念される中、液状化対策のコストダウンは喫緊の課題である。

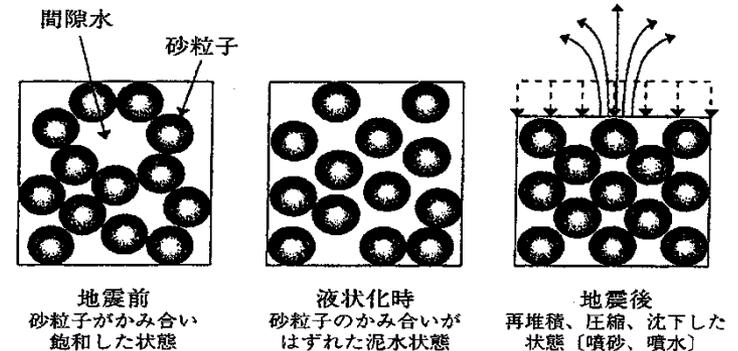
## 2.液状化対策工法の現状

液状化の対策工法としては、以下あるが、いずれも、相当のコストがかかることで普及の障害となっている。

- ①地盤密度増大工法
- ②地盤固化工法
- ③地下水位低下工法
- ④水圧消散工法

:中でも、**グラベルドレーン工法**が低コストで有効

液状化発生メカニズム



**グラベルドレーン工法**  
碎石や砂利など透水性の大きな材料でできた柱により、液状化の原因となる土中の間隙水圧を逃がして消散させる工法。

# グラベルドレン工法の実績

2011.3.11 東日本大震災 浦安市

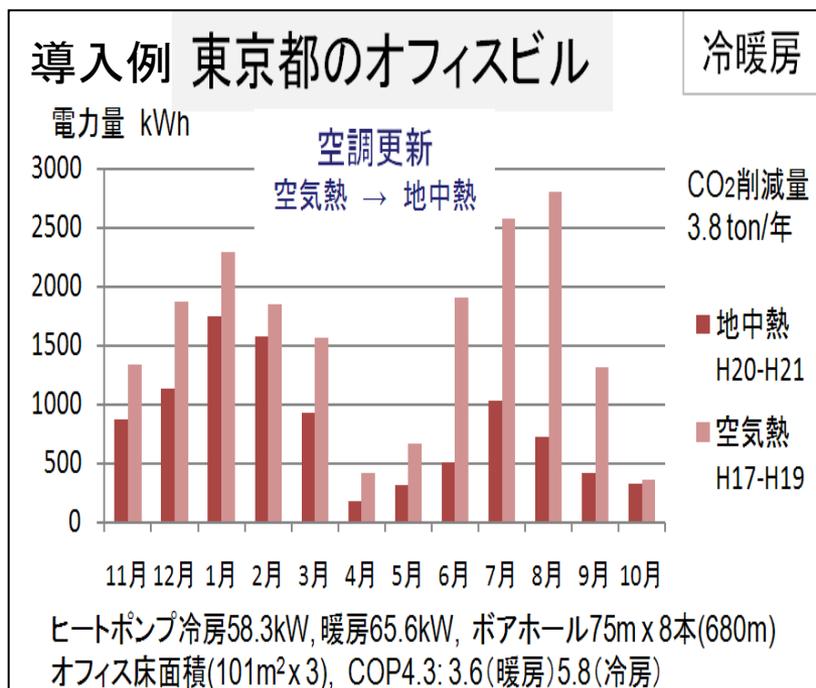
右図**赤枠**「グラベルドレン  
レーン施工箇所」  
→ **無災害**

下図「無対策地区」

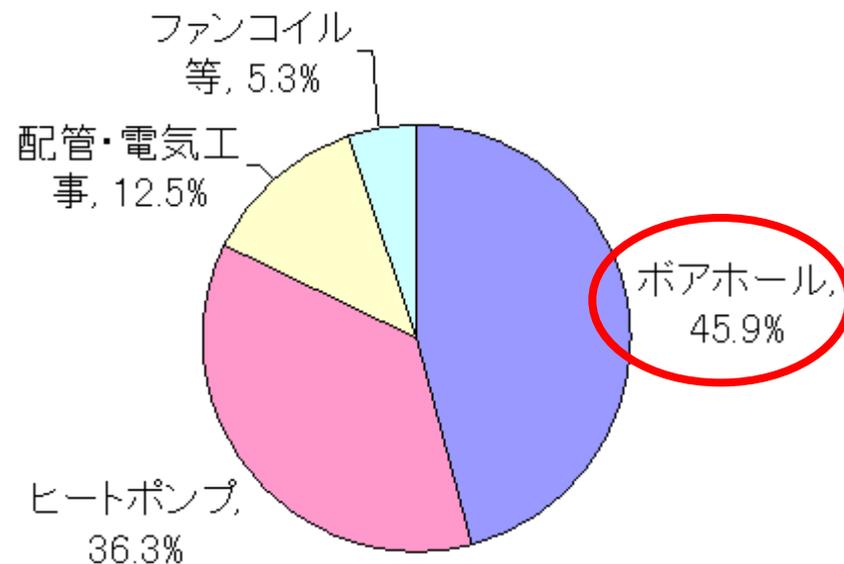


# 背景と先行技術2 地中熱利用の有効性と課題

地中の3~5m以深は、年間12~18℃と一定である。地中熱ヒートポンプは、この地中温度差を熱源として利用する冷暖房・給湯システムで、非常に省エネルギー性に優れる。しかし、図のようにコストの相当部分をボーリング工事が占め、普及上の課題となっている。このため、**基礎杭方式等**、ボーリング工事不要とする工法が試行されている。



## 地中熱ヒートポンプのコスト例



# 開発の狙いと概要、新規性

本開発では、グラベルドレーン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)を実用化開発し、コスト高が課題である両システムを複合利用することで、40~50%のコストダウンを実現し普及に弾みをつける。

本方式では、液状化対策グラベルドレーン(砕石や砂利など透水性の材料でできた柱)等を利用して、ドレーンのみならず、周辺地盤とも広く熱交換を行い、大きな熱交換容量を確保できるようにした**対流型地中熱交換井**を構築、地中熱ヒートポンプ/液状化対策ハイブリッドシステムとして運転試験を行い、その効率を評価・実証する。

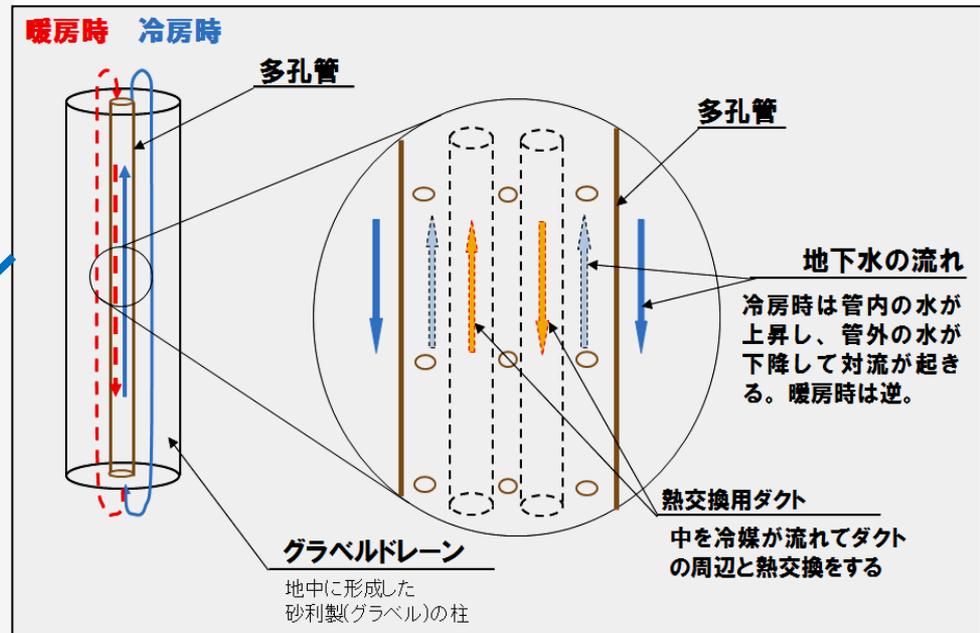
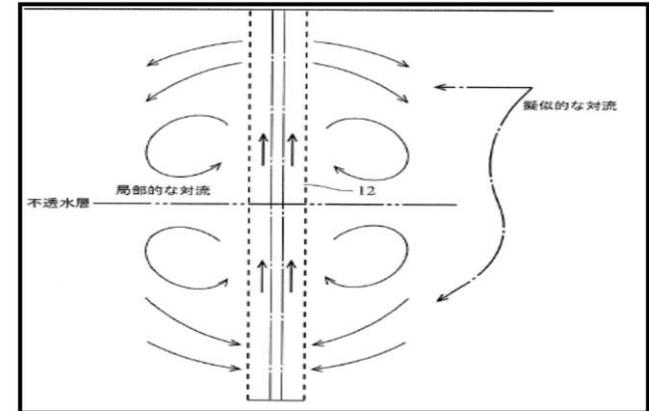
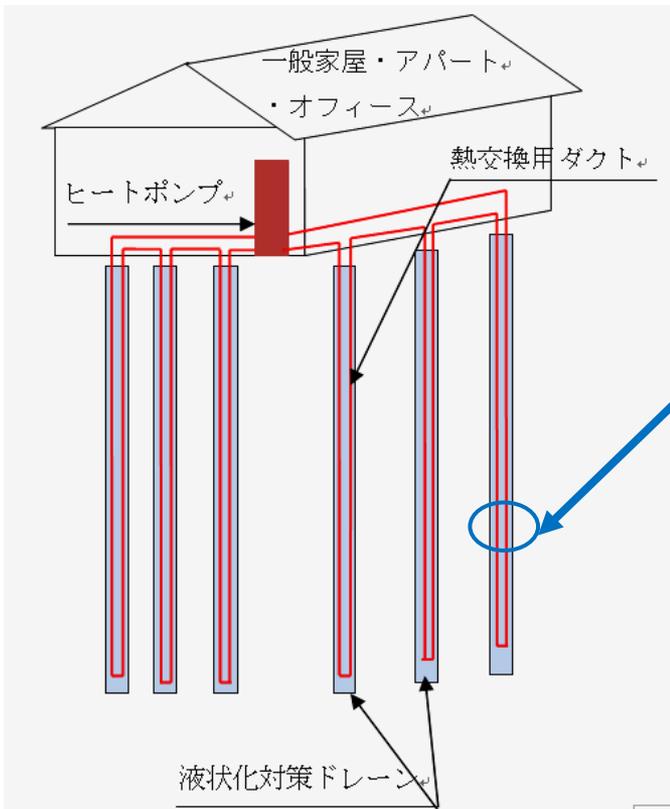
## 関連取得特許

- ・特許第4928644号 対流型地中熱交換井
- ・特許第5088908号 熱交換ダクト用スパーサー
- ・特許第5110730号 ドレーン利用取水・排水方法
- ・PCT/JP2012/74807 熱交換ダクト用スパーサー

# 開発技術：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

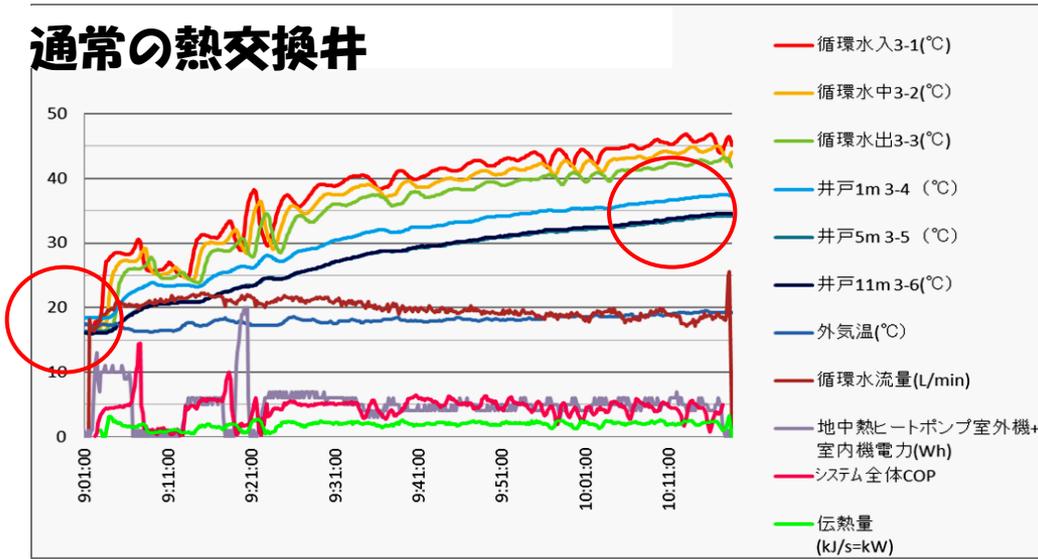
右図：熱対流モデル

下図：液状化対策/地中熱交換井のハイブリッドシステム 特許第4928644号



# ハイブリッド熱交換井の初回実験結果

## 通常の熱交換井

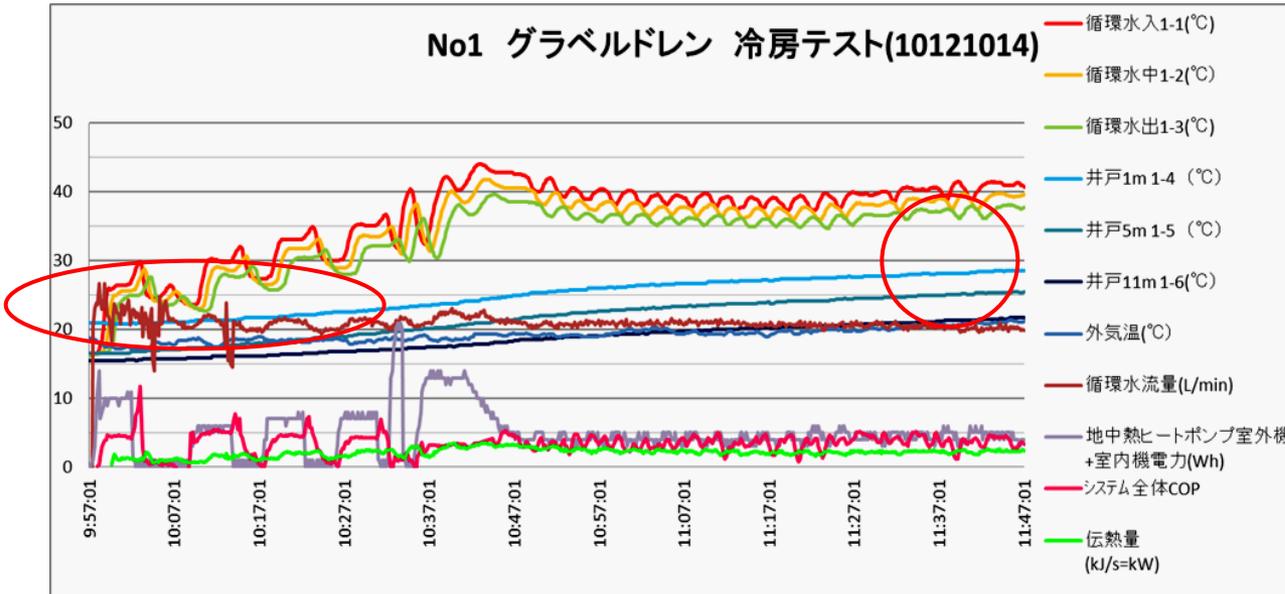


初期温度  
 深さ1m.....19°C  
 深さ5m・11m...16°C

終了温度  
 深さ1m.....38°C  
 深さ5m・11m...35°C

## ハイブリッドドレーン

### No1 グラベルドレン 冷房テスト(10121014)



初期温度  
 深さ1m.....21°C  
 深さ5m.....16°C  
 深さ11m.....15°C

終了温度  
 深さ1m.....29°C  
 深さ5m.....25°C  
 深さ11m.....21°C

# 通常の中熱交換井とハイブリッドドレーン工法の比較

通常の中熱交換井とハイブリッドドレーンの比較表

工 法	対流	単位長 当りの 熱容量	冷媒の 配管材料	熱伝導率	延長	維持管理
通常の中熱交換井	なし	小	架橋ポリエチレン	小	大	困難
ハイブリッドドレーン工法	有り	大	メタル (ステンレス・銅等)	大	小	容易

# 試作実験規模及び日程

試作・工程	規模・内容	日程
ハイブリッド熱交換井試作	ハイブリッド井試作 φ500mm×深さ15m ×24本、 配管工事	10月～11月
ヒートポンプ(HP)システム構築	専用HP製作1式 室内機 配管・電気工事	10～12月
多点モニタリングシステム構築	・ボアホール内 3～5点 ・不凍液HPの出入口 2点 ・室内機各2～3点 ・ダミー負荷システム	12～1月
モニタリング解析・評価	・暖房時/冷房時 ・ボアホール内の温度対流挙動 ・HPSの出力効率	1～2月