

(1) 事業概要

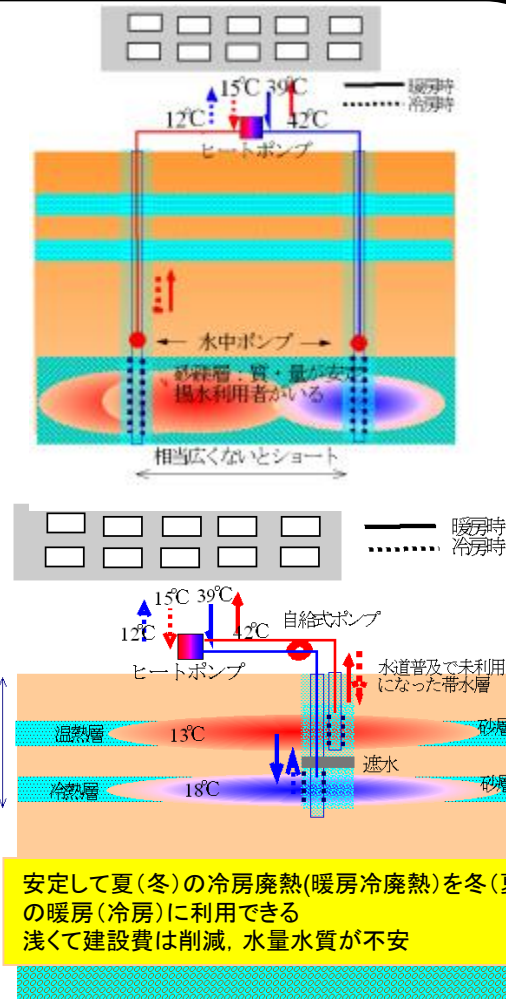
沖積平野で井戸と熱交換杭の設置費を建設現場の汎用杭打ち機の利用で各々従来の1/3に縮減する施工技術を開発し，地下水循環方式とクローズドループの地中熱利用冷暖房と融雪に用いる。

(2) システム構成

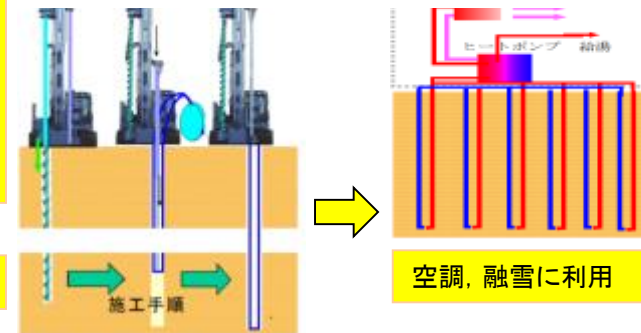
地下水循環方式
(高リスク高性能)



建築現場の杭打ち機利用で
コスト縮減，大口径化



クローズド方式 運転で
温度は次第に不利になり，
地下水循環に比べ性能は
劣る。地下水は不要なの
で信頼性が高い。



建築現場の杭打ち機を利用

空調，融雪に利用

(3) 目標

井戸，熱交換杭 各々の工事費を現状の1/3に縮減する。
井戸は6万円/m→2万円/mにコストペイバックタイム: 空調の空気熱源比ではオープン
ループ方式ではコストペイバックタイム4～5年(耐久25年)。
U字管単独では17年(耐久40年)。基礎杭兼用では1階しかできないので，U字管方式の
補足で12年
融雪クローズド蓄熱方式: COP15, 電熱融雪比で0～マイナス5年。(耐久年50年)

(4) 導入シナリオ

<事業展開におけるコスト及びCO2削減見込み>

年度	2012	2015	2020	2030
目標床面積m ²	117	3,000	2,800,000	17,700,000
CO2削減量(ton/年)	1	17	8,491	53,820

<事業スケジュール>

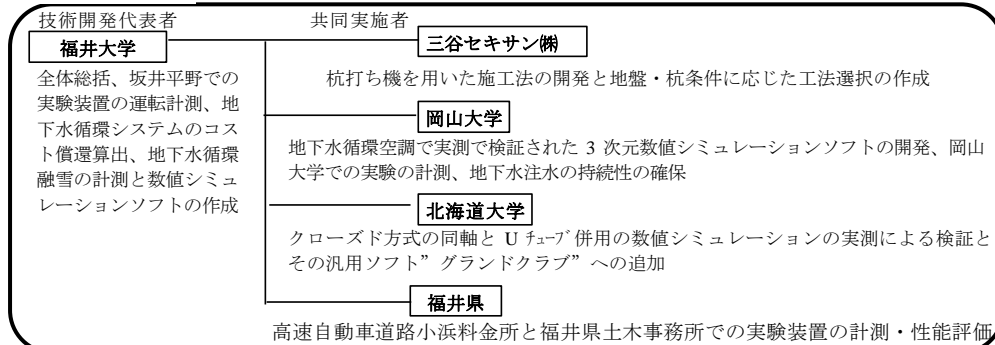
地下水循環では目詰まりが問題になるので，その長期的結果を得て，次の手法で普及を行う。

- モデル展示: 地下水循環方式は信頼性表示のため 福井市などで空調設備を作り 2012年度までの実験結果を運転，公開。
クローズド方式は自動車道路料金所，戸建て住宅の運転結果を2012年度に公表，東京上野の三谷セキサン(株)関連ホテルで2013年5月にモデル実施。
- 地中熱を目指す国内会社110社に情報提供→ゼネコン，設計会社ら110社と杭施工の三谷セキサン(株)はWin Win(特定ゼネコンの紐付きでない)
- コンクリート杭で国内トップシェアの三谷セキサン(株)の全国販売網で，ビル設計時に杭の支持力計算を依頼されるので，その際に営業。

(5)技術開発スケジュール及び事業費

	H22	H23	H24
施工法の開発	福井市での井戸、専用WUチューブの施工	岡山大学、福井県坂井平野での井戸施工、兼用杭ワイヤー方式WUチューブ施工	戸建て住宅でのWUチューブ施工
地下水涵養の持続性計測			
冷暖房システムの施工と運転性能・持続性の計測		福井市	福井市、坂井市、岡山大学
熱解析、冷暖房・融雪ソフトの追加	Uチューブ熱交換杭の熱応答試験、解析ソフトの作成		
地下水流れの解析		解析ソフトの作成	
事業費(千円)	33,892	36,948	22,686

(6)実施体制



(7)技術・システムの技術開発の詳細

(1) 施工法の開発

・地下水循環では孔壁を増粘剤で保護しストレナー周囲に厚いジャリフィルターを有する直径0.6mの井戸工法を1度の掘削で2層につくり、設置費を従来の約1/3にする。

・クローズドループでは中型(H22達成)、大型(H23、24)、住宅用(H24)杭打ち機でのU字管埋設を価格性能比でボーリング工法の1/3とする施工する技術を開発する。基礎杭兼用杭での中掘工法、プレボーリング工法などでもWUチューブ圧入の工法を開発する

(2)地下水涵養の持続性の確保 数値シミュレーションソフト開発

・大口徑井戸で砂の流動を抑制し、井戸内では酸素を簡単に遮断し鉄の酸化析出を無くし、遊離炭酸の気泡化による目詰まりも簡易な方法で抑制する。新施工法のシステムでこれらを検証する。

(3)クローズドループでは空調と融雪用の数値シミュレーションソフトに開発した施工法が適用できるように修正追加を行う

(8)これまでの成果

- ・直径0.6mの井戸を杭打ち機で上下2層の帯水層の井戸を1度の掘削で作ることによってコストを約1/3に縮減した。
- ・井戸や管路での酸素浸透の遮断で、鉄分の多い地下水の酸化析出を抑制した。遊離炭酸の気泡化による注水井戸の目詰まりを明らかにし、管路内に気泡分離と自動排出弁を設置した。以上2点で水質が冷凍機基準の数十倍悪く未利用となっている平野の浅い地下水循環熱利用をメンテフリーで1年実現した。関連する冷暖房と融雪と数値シミュレーションソフトを作成した。
- ・戸建て住宅用からビルまでの地盤改良機と杭打ち機で地盤の攪拌泥化後にWUチューブを圧入する施工法を開発した。このWUチューブ間隔を30cmに広げた効果で深さ10mの浅い圧入でも従来のボーリングの1/3化を実現した。基礎杭兼用利用でも工法と深度に応じて3種類の施工法を開発した。これを利用する冷暖房、融雪の数値シミュレーションソフトを開発した。そのソフトを用いて東京の負荷とコロナのヒートポンプ特性で兼用杭貯水方式、ボーリング工法、今回開発の攪拌圧入WUチューブ、兼用杭内部WUチューブ工法などの年間成績係数6.5での定格kW当たり熱源杭費用の比較表を作成した。このことで最適工法の選定を可能とした。WUチューブ、同軸(PIP)の併用での冷暖房数値シミュレーションソフトも作成した。

(9)成果発表状況

- ・「杭打ち機を用いた井戸施工法の開発とその冷暖房利用-(その1) 施工法の開発とその井戸の特徴 -」(発表者:宮本重信, 橋詰善光ほか)
- 「杭打ち機を用いた井戸施工法の開発とその冷暖房利用 - (その2) 帯水層蓄熱の検討 - (発表者:宮本重信, 西垣誠ほか)
- 「杭打ち機を用いた熱交換杭の施工法の開発とその能力」(発表者:橋詰, 宮本ほか)冷凍空調学会発表(H23.9)
- ・「杭打ち機を利用したU字管熱交換杭の熱交換特性の評価」(発表者:長野克則、丹野恵輔、宮本重信) 日本地下水学会H23.5
- ・地下熱利用とヒートポンプシステム研究会で宮本重信ら2編発表

(10)期待される効果

○2015年時点の削減効果

(試算方法パターン B-a, I)

- ・モデル事業により14台導入
- ・年間CO2削減量: 32 t-CO2

従来システム	6,040kg-CO2/台/年
本システム	3,750kg-CO2/台/年(2010時点)
以上より、14台×2,290 4kg-CO2/台/年=32,000kg-CO2	

○2020年時点の削減効果

(試算方法パターン B-a, I)

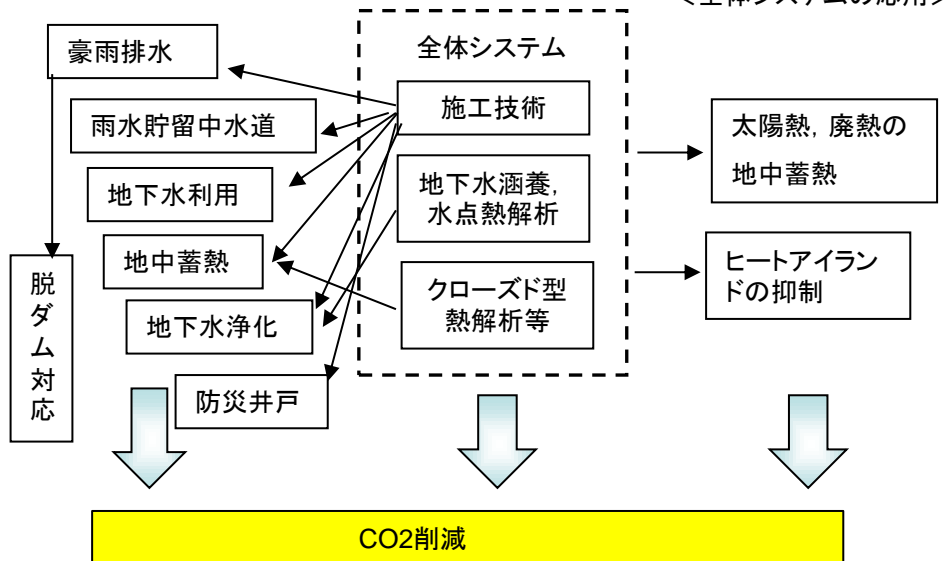
- ・国内潜在市場規模: 1.77万台(毎年建築の事業所、店舗床面積の更新の30%が対象になる、50kW/台に換算(国土交通省建築着工統計調査報告に基づき推計))
- ・2020年度に期待される最大普及量: 141台(目詰まりなどの持続性が検証されればその後は一気に普及。従来システムの販売台数は年間1.77万台)
- ・年間CO2削減量: 323t-CO2

(11)技術・システムの応用可能性

大震災では上水道が長期間暖水となることから、防災井戸への需要が高まっている。割高でも短期間なので膜処理で飲用にも使用できる。建築時の杭打ち機での安価な井戸施工技術はこうした安全安心につながる。通常は冷暖房や融雪に使い、防災にも使えることでの導入も見込まれる。また建築現場の仮設で地下水を低下させる工法としても応用される。

クローズド熱交換杭の施工技術は、群杭効果を利用した夏の熱の地中蓄熱融雪として福井県敦賀駅前広場(面積橋長600m)で利用される。また、太陽熱温水器とつないで太陽熱の変動の大きさ・夏の余剰を群杭効果で地中蓄熱し給湯・暖房利用できる。これは太陽熱温水器メーカーと共同で、冷房負荷が少ないマンション会社等数社と打ち合わせに至っている。これらは帯水層蓄熱であればより安価になる。

<技術・システムの応用>



(12)技術開発終了後の事業展開

○量産化・販売計画

・受注の工事なので工場は不必要で、研究成果を地中熱を目指す設計会社、設備会社、ゼネコンの110社に流す。彼らの営業と三谷セキサン(株)が新築に杭設計で相談を受ける際の営業

○事業拡大シナリオ

年度	2010	2011	2013	2020	2030
実証施設の公開、展示					→
建築設計事務所、ゼネコンへの営業網、各協会を通じた提案					→
施工法を生かした他のシステムの開発					→

○シナリオ実現上の課題

水熱源ヒートポンプの量産化によるコスト減が普及上の課題である。

地下水循環方式

井戸は地盤、水質によって注水・揚水の量の確保にリスクが伴うのが課題。熱交換器への目づまりは解消されそうだが、帯水砂層での注水実績はなくて砂層帯水層への安定した注水にはリスクが伴う。その上冷暖房でのヒートポンプ利用を前提にすると、注水するメリットが大きくなって循環利用になりにくい。その打開策としてのフリークーリングは実験費180万円と暖房→冷房の工期の制約で、本研究では実証できずに今後の課題となる。

クローズド方式

WUチューブとの併用運転で約1.5倍の集熱能力を示した同軸(PIP)方式で、解決したはずの漏水杭が生じた。この漏水に、杭内水位を自然水位にまで下げ自吸式ポンプで対処するなどで解決することが課題となった。

○行政との連携に関する意向

・福井、岡山等のように平野部の浅い帯水層は鉄分が多くて未利用になり、関心が持たれずに水質が悪くなった。身近な環境は持続可能に利用されて保全もされる。環境保全、地震防災時の用水確保と合わせて、行政が地産地消の温暖化対策、省電化としてモデル的に進めて頂けると普及につながる。

CO₂排出削減対策技術開発評価委員会による終了課題事後評価の結果

- 評価点 5.9点（10点満点中）

- 評価コメント

- さらなる研究開発を加えて、システムとしての洗練を望む。
- 本技術による施工経験を積んで、普及に向けた取組を一層進めていただきたい。
- 10年以上のペイバックタイムとしながら、長期間での安定性が曖昧であり、実用化のためには、より慎重な検証が必要と思われる。
- 堅実に技術開発を行った点は評価できる。一方で、普及促進に向けた体制づくりの点では疑問が残る。マーケットの絞り込みや事業戦略が必要。