

提案者氏名(代表者)	日野 俊之		
提案者全員の氏名と所属	日野 俊之 (鹿島建設株式会社 技術研究所 先端技術グループ)		
提案課題タイトル	インターネット型地中熱利用システム		
提案課題の概要	建物間を連結する地中配管を構築し、その循環水をヒートポンプの熱源とすることによって熱の相互融通と土壌への蓄熱を可能にし、さらに未利用熱へのアクセスを容易にするインターネット型の地中熱利用システム。これを都市のインフラとして整備し、氷蓄熱による負荷平準化、そしてヒートポンプの自然冷媒化へと技術を発展させる。こうして、ヒートアイランド現象を緩和し地球温暖化を防止する革新的な省エネルギー技術を目指す。		
提案者(代表者)の連絡先	所属	鹿島建設(株)技術研究所 先端技術グループ	
	住所	〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1	
	電話番号	0424-89-8590	
	E-メール	hinotosh@kajima.com	
提案者(代表者)の会員種別	☒ 正会員		
	連絡担当者氏名	中川 裕章	
	☐ 第Ⅰ種情報会員		
	連絡担当者氏名		印
	☐ 第Ⅱ種情報会員氏名		印

インターネット型地中熱利用システム

技術分野「1. 人工排熱の低減：②人工排熱を低減する機器の開発」

1. 背景と目的

地中熱利用ヒートポンプは冷房の排熱を土壌へ蓄熱するため、ヒートアイランド現象を緩和する技術として注目されている。しかし、現状の技術では地中熱交換器設置の敷地問題や、熱媒体に用いる不凍液の漏洩による土壌汚染の懸念もある。また、寒冷地の暖房向けに開発された経緯を持つため冷房には不備な面も指摘される。ここに提案する技術は、こうした課題の解決のみならず、地中熱利用を点から面へ拡大し、地球環境へも高度に適合する革新的な省エネルギー技術を目指すものである。

2. 提案技術

次の3段階(Step)を経て技術を開発するが、実用化はStep 1から実施可能である。

(Step 1) インターネット化

建物や施設間を結ぶ地中配管網を構築し、その循環水をヒートポンプの熱源にして熱を相互に融通し、過不足分は土壌と熱交換するシステム(図1)である。例えば、冷房排熱を地中配管循環水に放熱し、暖房や給湯は循環水から採熱する。そして、経時的・季節的な熱収支は土壌の蓄熱能力によってバランスさせるが、絶対的・積分的な過不足は未利用熱(自然熱源や人工排熱等)で補助するものである。

- ・ 地中配管は樹脂管を5～10mの深さに直埋設してループ状、2管式、放射状などの配管網を構成する。
- ・ 循環水の温度は、地中温度プラスマイナス5K程度の範囲内に収まるように計画する。
- ・ 自然熱源として河川、湖沼、海水などは集放熱源に、太陽熱は集熱源に、雪氷は放熱源になる。人工排熱としては、下水や焼却・分散型発電・地下鉄・冷凍機などの排熱は集熱源に、ヒートポンプ式温泉・温水プール、蒸散池、冷却塔などは放熱源になる。
- ・ 地中配管は都市インフラとして整備し、100年以上の耐久性を持たせ、利用料金を低廉に設定する。
- ・ 暖房採熱サイクルにおける蒸発器水側の凍結を防止するために新規な冷媒制御技術を開発する。

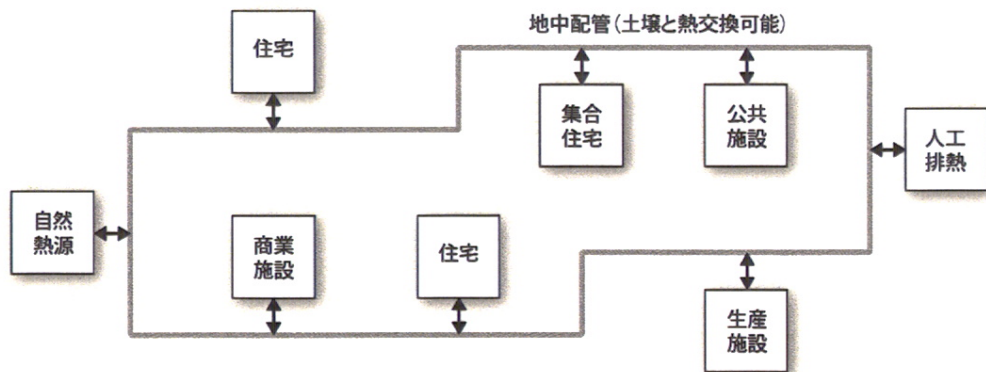


図1 インターネット型地中熱利用システムの概念

(Step 2) 負荷平準化

従来の地中熱利用ヒートポンプは電力負荷の平準化を考慮していなかった。そこで本提案のStep 2は、氷蓄熱機能を有するヒートポンプ(図2)により夜間電力利用の氷蓄熱冷房を可能にするものである。暖房運転では氷蓄熱を介して循環水から採熱するため、蒸発器の凍結破損事故は根本的に解決できる。なお、通常の採熱運転では氷はできないが、暖房立ち上げ時のように負荷が大きい時は製氷運転となり熱的なバッファとして機能するため、地中配管の負荷を平準化する効果も期待できる。

氷蓄熱の低温利用は除湿能力を高めるが、そのままでは顕熱も多く奪う結果となる。そこで、除湿コイル出口空気の冷熱を回収して入口空気を予冷する熱交換機構(図略)を用いた除湿技術を開発する。そして、

冷房の顕熱負荷を主に地中配管循環水の直接利用で処理すれば、大幅な省エネルギー化が可能になり、ふく射冷暖房等と組み合わせることによって快適性の高い空調を実現することができる。

(Step 3) 自然冷媒化

ヒートポンプの冷媒はオゾン層を破壊しないHFC系フロンへ移行したが、温暖化係数の高い問題がある。冷蔵庫では自然冷媒のイソブタン等も使われているが、空調用ヒートポンプのように冷媒封入量の多い機器では爆発の危険性を看過できない。そこで本研究開発のStep 3では、図3のように蒸気圧の低い炭化水素液を真空中で蒸発冷却し、水と直接接触して製氷する技術を開発する。例えば n -ヘキサン(C_6H_{14})を冷媒にすれば大気圧よりも十分に低いため、機器が破損しても冷媒が噴出する恐れはない。直接接触は製氷コイル等が不要なためコストダウンでき、熱伝達が良いため成績係数も高くできる。こうした空調用の氷蓄熱ユニットと給湯用の二酸化炭素冷媒ヒートポンプを建物内に分散配置し、水ループ(water loop)を介して地中配管へ接続すれば、地球環境へも完全に適合した自然冷媒ヒートポンプシステムが実現する。

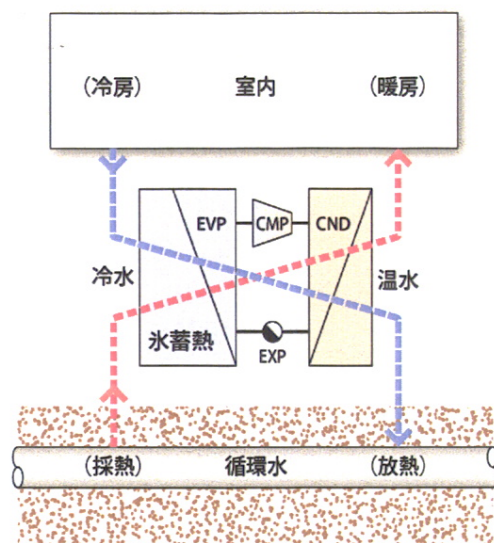


図2 氷蓄熱ヒートポンプによる地中熱利用

3. 期待される効果

Step 1

- ・ 土壌蓄熱によりヒートアイランド現象を緩和するとともに、インターネット型の面的な地中熱利用システムにより、排熱の相互融通や未利用熱へのアクセスが容易になる。
- ・ 屋外機がないため騒音を出さず景観も改善する。そして、屋上の緑化を含めた多面的利用を可能にする。
- ・ 地中熱交換器の設置における敷地条件の制約をなくせる。
- ・ 循環水を災害時の非常用水(消火、飲用)に転用が可能。

Step 2

- ・ 氷蓄熱冷房により電力負荷を平準化して電力コストを下げる。
- ・ 暖房運転では氷蓄熱を介して採熱するため、地中熱交換負荷を平準化するうえに蒸発器の凍結破損は生じない。
- ・ 氷蓄熱を利用した除湿と地中熱ダイレクトの顕熱負荷処理により冷房の大幅な省エネルギー化と快適性の向上が可能になる。

Step 3

- ・ 温暖化係数の低い自然冷媒の安全使用と完全移行が可能になる。
- ・ 直接接触製氷により氷蓄熱の低コスト化と高効率化が実現する。

4. 研究開発の進め方

- ・ (Step 1) システム計画手法と運転シミュレーションの研究(初年度より、公的研究機関との共研)
- ・ (Step 1) 経済性・事業性の検討(初年度より、エネルギー供給事業やPFI化など、異業種共同)
- ・ (Step 1) 水平ボーリング等の掘削技術と地中配管関連施設技術の開発(2年度以降、異業種共同)
- ・ (Step 1) 水熱源ヒートポンプ空調機器類の技術開発(2年度以降、設備機器メーカーとの共同)
- ・ (Step 2) 氷蓄熱ヒートポンプ空調機器類の技術開発(3年度以降、設備機器メーカーとの共同)
- ・ (Step 3) 直接接触製氷蓄熱ユニットの研究開発(3年度以降、公的研究機関を含めた共研)
- ・ 実証試験(3年度以降に小規模実験)と実用化(都市再開発等の物件対応)

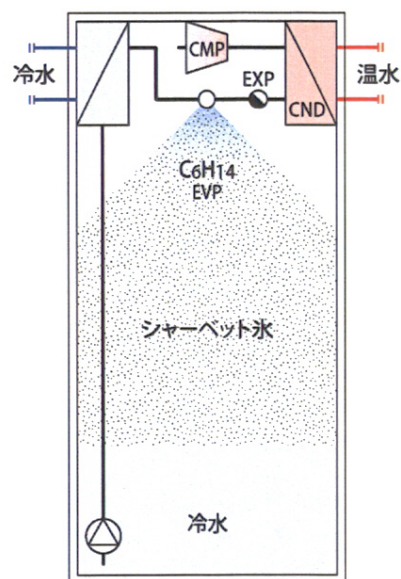


図3 直接接触製氷蓄熱ユニット