

地球と人に優しい融雪・空調システム

パイプ・イン・パイル融雪工法

pipe in pile snow-melting



平成18年豪雪時

基礎杭利用で地中熱融雪を!

パイプ・イン・パイル方式

夏の熱を地中に蓄えて融雪!

ソーラー・パイル方式



パイプ・イン・パイル (PIP) 融雪工法を、より快適に 使いやすくするため、新しい技術が生まれています。

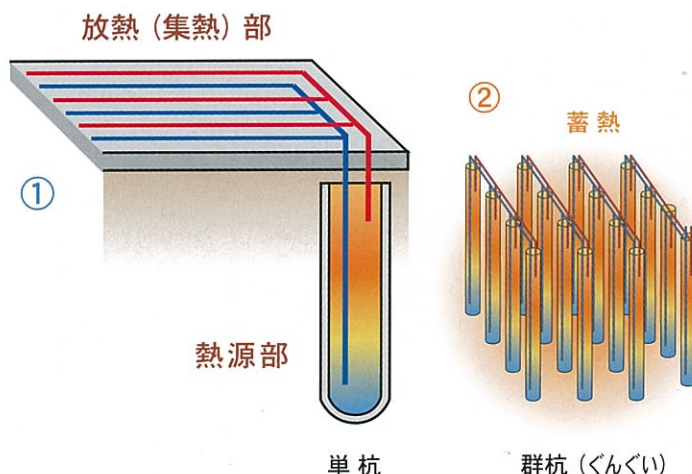
★ PIP融雪工法2つの方式

省エネ・低コスト融雪の定番、PIP融雪工法により熱効率を高め、季節間蓄熱を可能とした新システムが加まりました。

① パイプ・イン・パイル方式

② ソーラー・パイル方式

(群杭・夏保存方式)



★ PIP 2つのアプローチ

PIP融雪工法の構成は、地中熱を採熱したり地表面からの熱を蓄熱したりする熱源部と、熱源部からの熱を効率良く地表面に伝える放熱部に大別されます。(ソーラー・パイル方式の場合は、夏期にも太陽熱を集めるための運転を行うので、放熱部は夏期には集熱部となり、その熱は冬期まで熱源部に蓄えられます。)

計画地の条件に合わせて、熱源部・放熱部の各種技術を複合的に組み合わせる事より、より快適に使いやすく、様々な融雪・凍結防止・空調設備などに対応することが可能となりました。

(1) 熱源部 = 熱交換用杭

基礎杭兼用 (基礎+熱源)

施工費削減

蓄熱専用杭

群杭

融雪熱量UP

単杭

コンクリート杭

鋼管杭

その他の杭 (FRP等)

施工中の蓄熱専用杭



(2) 放熱 (集熱) 部 = 舗装面

土工部

橋梁部

曲加工放熱管

直進式放熱管

施工簡素化

施工費削減

通常埋設方式

浅埋方式

熱伝導量UP

通常骨材コンクリート舗装

珪石骨材コンクリート舗装

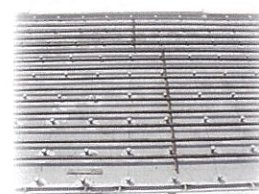
伝熱効率UP

鋼繊維補強コンクリート舗装

施工費削減

熱伝導量UP

直進式放熱管 浅埋方式



★ PIP の運転制御

- 融雪設計シミュレーションソフト . . . 専用ソフトを使用し、省エネ高率やCO2削減高率を踏まえた、最適な設備・制御方法などを選定します。
- 各種センサー . . . 積雪・降雪・路温などを検知して運転を自動制御します。

パイプ・イン・パイル方式

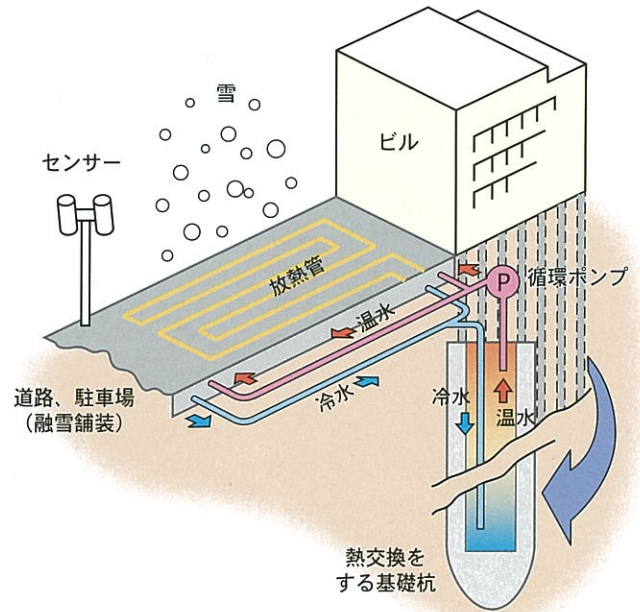
基礎杭利用で低コストな地中熱融雪を実現！

■システム概念図

地中熱で暖められた基礎杭の中の水、（又は不凍液）を循環させる方式を採用。
省エネ・低コストを実現した地中熱融雪です。

このシステムは、基礎杭の中空部と舗装面に埋設した放熱管を閉じた管路でつなぎ、内部を水や不凍液で満たし、これを積雪時にポンプで循環させ舗装上の雪を融かすものです。

すなわち、地中熱で暖められた杭内部の水や不凍液が放熱管に送られ、放熱管は舗装面を暖め、積もった雪を融かすものです。そして冷たくなった水や不凍液は樹脂管を通して再び杭の底部に送られます。底部の水や不凍液は順次杭の上部へ送られますが、その間に杭壁を通して周りの地中熱を吸収して暖まり、再び融雪放熱管へと送られます。システムの運転は、センサーにより自動制御でON・OFFします。



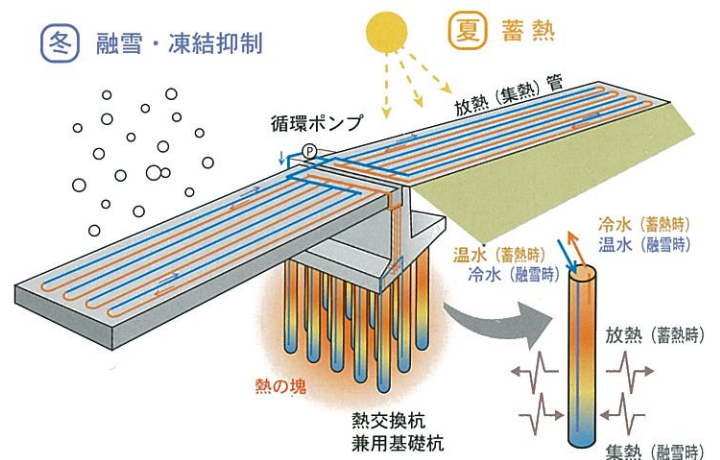
ソーラー・パイル方式

ぐんぐい なつ ほそん
(群杭・夏保存方式)

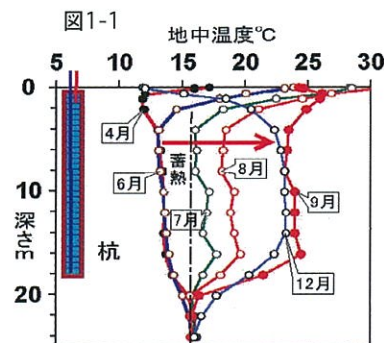
夏の熱を地中に蓄えて融雪！

■システム概念図

もしも夏の暑さを冬までとっておけたなら...
そんな夢を可能にする、新技術が誕生しました！群杭が、熱の塊を作って太陽の熱を地中に蓄えるため、省エネ・省コストはもちろんヒートアイランド対策にも利用できます。



地中熱だけを熱源とする場合は、熱交換杭の間隔を相互干渉しない程度に離す必要がありました。地中蓄熱の場合は、逆に接近させて密に設置する（群杭方式）ことにより熱の拡散が抑制されます。また、地中に大きな熱の塊を作る事により、半年以上の蓄熱が可能となります。ソーラー・パイル方式では、従来の地中熱だけを熱源とする方式と比べ、杭本数を半分以下にできます。また、熱交換杭の設置は、建設現場などで広く使われている基礎杭施工法を活用することにより簡単、安価で施行する事が可能です。



融雪を開始する12月頃まで高い温度をキープしてる。



低振動・低騒音の回転圧入式で熱交換杭を施工中

人と地球環境に優しい、地中熱・太陽熱利用のクリーン融雪

特 長

1.人工熱源や地下水を使わない

融雪のための熱源は、地中熱と太陽熱のため、人工熱源は必要ありません。また、循環方式のため当然地下水は不要です。さらにソーラーパイル方式なら、北海道でも自然熱源だけで融雪することが可能です。

2.施工費・維持費が安価 (消費電力は電熱融雪の1/10~1/20)

熱源部は、構造物の基礎杭を利用すれば、低コストで施工できます。蓄熱専用杭で施工する場合も、ソーラー・パイル方式なら高い蓄熱高率により杭本数を減らせるため省コスト。

維持費は循環ポンプ運転の電気代だけで済み、きわめて安価です。

3.無散水だから歩きやすく、ヒートアイランド対策にも

冬期融雪時は散水しないため水はねがなく、夏期には70℃近くなる路面を冷水の循環で冷やすため、涼しく歩きやすい、人にもペットにもやさしいシステムです。

4.舗装厚を薄く、さらに熱伝導量をUP

コンクリート舗装に鋼繊維と膨張剤を混入し(ファイバーコンクリート)、耐久性を高めることで、放熱管の埋設深を4cmにまで薄くすることができました。これにより熱伝導量が大幅にUP、さらにコンクリートの骨材は珪石のため高い熱伝導率は従来通りです。

5.wet on wet で省コスト

高価なファイバーコンクリートは必要量だけ使用するよう、放熱管の下は普通コンクリートで施工し、打設直後にファイバーコンクリートを素早く施行するwet on wet 工法を使用しています。この工法により省コストを実現しました。

6.配管の曲げを減らして施工性UP、コストDOWN

連続鉄筋と放熱管でコンクリートの乾燥収縮を分散させることで、目地無し・放熱管の曲げ加工最小(直進式)で施工性を向上させ、コスト削減を実現しています。

7.複合技術で様々な施設に、計画から完成まで対応

シミュレーションソフトによる適切な施設計画から、群杭・基礎杭利用等の熱源部技術、wet on wet・直進式・顔料混入等の放熱部技術、さらに制御はコストを抑えたものから高精度にこだわったものまで、様々な施設に的確に対応できます。



福井市 駐車場融雪



鉄筋と鋼管放熱管の交互設置

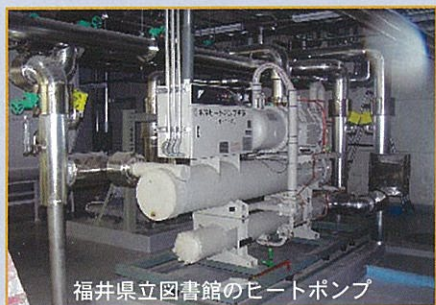
放熱管を浅く埋め wet on wet で施工中



曲げ加工の少ない直進式の配管施工



従来の曲げ加工を施した配管施工



福井県立図書館のヒートポンプ

PIP空調は

熱交換用杭は、年間を通じて空調設備に利用できます。特にソーラー・パイル方式では、季節間蓄熱の効果により水熱源ヒートポンプの運転効率が大きく高まり、空気熱源ヒートポンプと比較した年間省エネルギー量は、電力消費量で20%以上の実績が確認されています。

融雪設計シミュレーションソフトは

杭の種別、径、長さ、地層、放熱管、舗装構造、気象状況などを入力し、全国842箇所の中から選んだ気象データで、毎時の残雪量、杭内水温などを計算します。

・省エネ効果

エネルギー消費量（年間電力）を計算して、電気融雪と比較します。

・CO2削減効果

年間の消費電力より、電気融雪と比べた場合のCO2排出量と残雪量などを比較できます。

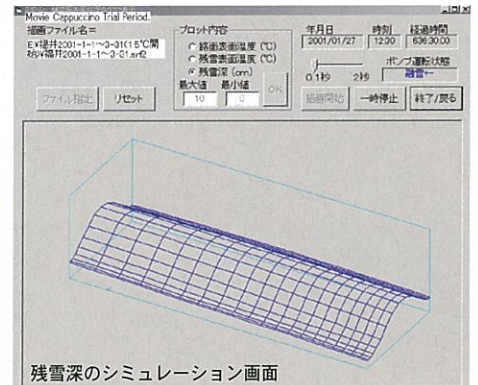
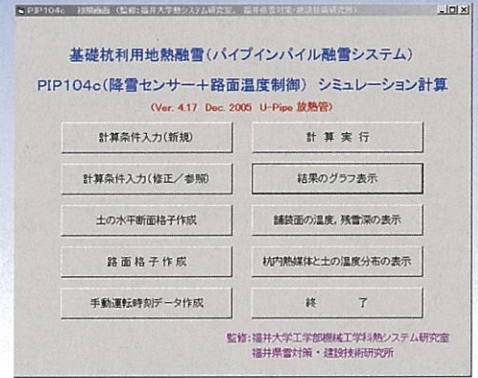
・残雪深のシミュレーション

残雪深を4次元（3次元+時間）でシミュレーション、動画で確認できます。

・杭内の蓄熱状況

年間を通した、杭内の熱の推移を計算してグラフに表示できます。

(図1-1 参照)



■ 施工事例

パイプ・イン・パイル方式には、様々な実績があります。



福井市「福井県立図書館 構内道路融雪」 融雪面積：1000㎡
杭：PHC打撃工法166本φ600～450杭兼用 施工：'00～'02年



福井市「福井県立大学職員住宅 駐車場融雪」融雪面積：400㎡
杭：PHC打撃工法48本φ400杭兼用 施工：'91～'92年

ソーラー・パイル方式なら、なんと北海道でも地中熱のみで融雪できます！

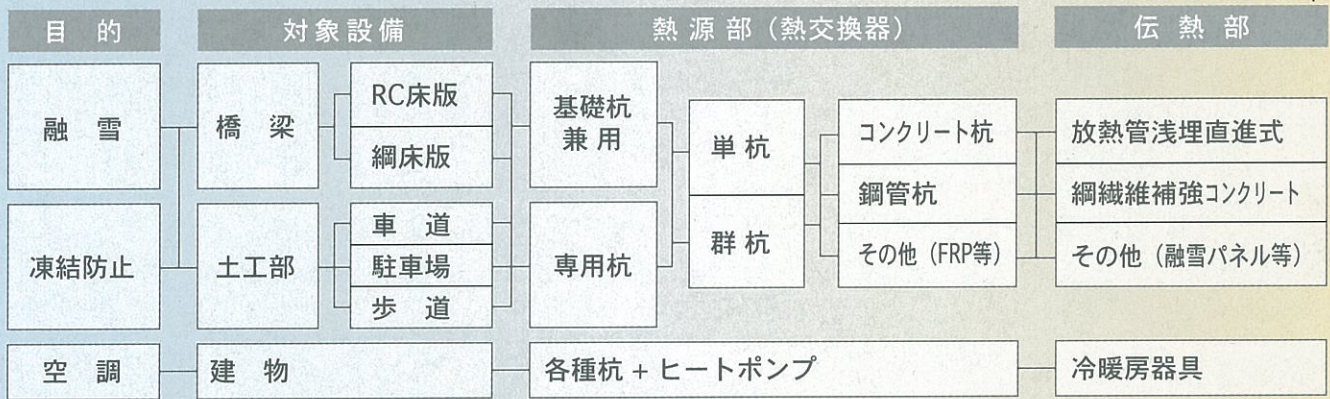


北海道札幌市「榎日伸テクノ 駐車場融雪」融雪面積：147㎡
杭：鋼管ねじ込み36本φ139.8専用杭 施工：'05年



福井県坂井市「清永橋 橋面融雪・凍結対策」融雪面積：1810㎡
杭：鋼管つばさねじ込み36本φ800杭兼用 施工：'01～'06年

■ 選定方法



■ 技術監修

国立大学法人福井大学 工学部機械工学科
〒910-8507 福井県福井市文京3-9-1
TEL: 0776-27-8531 FAX: 0776-27-8748

福井県 雪対策・建設技術研究所
〒918-8108 福井県福井市春日3-303
TEL: 0776-35-2412 FAX: 0776-35-2445

パイプ・イン・パイル融雪協会

<http://www.pip-kyokai.jp>

〒910-8571 福井市豊島1-3-1
三谷セキサン株式会社 北陸支社内
TEL: 0776-20-3413 FAX: 0776-20-3355

