

地中熱利用設備

概要

地中熱の利用方法としては、室内へ導入する外気を地下の空間に流通させて加温、若しくは冷却する方法と、ヒートポンプのヒートソース（熱源）やヒートシンク（放熱器）として循環水や地下水を利用する方法がある。

災害時における活用を考慮すると、設備機器への依存度が低い前者が有利であり、地中梁スペースを活用したクール・ヒートトレンチ(地下溝)等を使い、年間を通じて安定した温度の地中を低速で外気を通過させ、夏期は温度を下げ、冬期は温度を上げて施設内に吹き出す仕組みである。

特徴・留意点

地中熱の活用には、摩擦抵抗や圧力損失を減らし送風機の容量を小さくするため、地下空間と空気との接触面積を可能な限り大きくするとともに、接触する時間を可能な限り長くするため、気流速度を遅くする必要がある。岩手県立大学の場合、導入外気量 $3,600 \sim 7,800 \text{ m}^3/\text{h}$ に対して、幅 $1.8 \text{ m} \times$ 高さ $1.2 \text{ m} \times$ 長さ 60 m のクール・ヒートトレンチを設置している。

地下 10 m 以深の地中の温度は、おおよそ、その地域の年平均外気温と同じである。年間を通じて寒暖の差が激しい地域や、伏流水がある地域など、他の場所から地中熱が絶えず供給される地域ほど、地中熱利用の効果が高くなる。

地下水位が高い場合には、湿度が高い外気を地下空間に導入すると結露が発生する恐れがあり、かびの繁殖も懸念される。年間を通じて、殺菌灯の設置や結露水の排水対策や炭を置くなど、湿度対策、トレンチ内の衛生管理、常時運転などの運用管理に留意する必要がある。

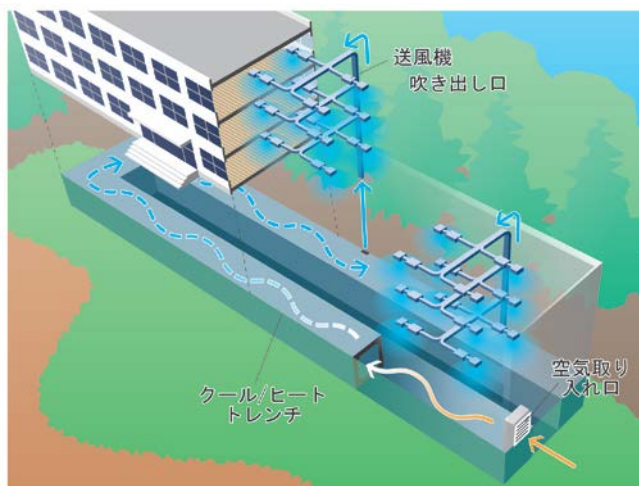
災害時における運用を考慮した計画上の留意点

地中梁スペースを活用したクール・ヒートトレンチ等を使って、低速で外気を通過させるためには、送風機を運転する必要がある。災害時等において商用電力が途絶した場合でもクール・ヒートトレンチを介し、外気が室内へ流れ出すようにするためには、送風機へ電力を供給する太陽光発電設備、蓄電池等の設置が必要となる。

また、常時の使用においても送風機の消費電力を削減することが求められるので、ソーラーチムニー（※）を設置するなど、温度差換気による空気流動を建物全体に作り出す建築計画や設計の工夫を施すことも重要である。なお、温度差換気による手法は送風機を必要としないため、災害時においても有効である。

（※ 煙突のような空気の通り道の中を、太陽熱で上昇気流を作り出して自然換気を行うシステム）

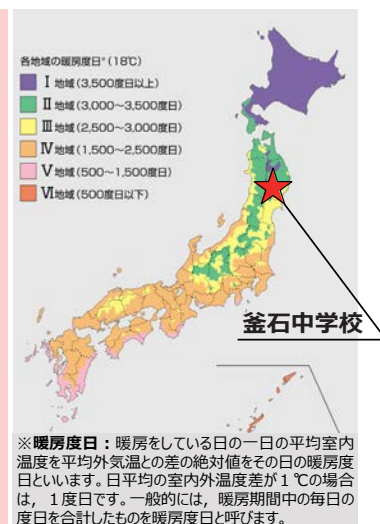
主な対象	新 営	改 修
設置には、地中におけるトレンチ設置作業が大がかりであることや、温度差換気も考慮した建物躯体全体の計画が必要となるため、新営に適しています。		



一般的なクール・ヒートトレンチ方式のイメージ図

設置例

学 校 名：岩手県釜石市立釜石中学校
 設 備 名：地中熱利用システム
 学 級 数：普通学級 12 学級，特別支援学級 2 学級
 生 徒 数：普通学級 420 人，特別支援学級 6 人
 設備容量：風量約 10,000m³/h，換気回数 0.7 回/h
 活用区域：校舎(6,392m²)・屋内運動場(1,556m²)のうち，校舎 2～4 階の教室，メディアガーデン，多目的スペース，1 階の管理諸室，ラウンジ，メモリアルホール，アリーナ，格技場等(3,870m²)の冷暖房・換気を行う
 設置年度：平成 18 年度
 工 期：検討期間 平成 14 年 11 月～平成 15 年 6 月
 設計期間 平成 15 年 10 月～平成 16 年 3 月
 工事期間 平成 16 年 9 月～平成 18 年 3 月
 ※工期は，建物新営工事を含んでいる。



システム概要

砂礫帯水層にスパイラルダクト（土木用排水無孔管）を埋設して，地中熱を採熱するシステムである。教室系統は直径60cm，長さ約190mのダクトを通過させた外気を，1 階から 4 階まで貫通するコンクリートダクトを介して，各教室床下へ供給する。冬期は，この系統の排気を屋内運動場と格技場の床下へ吹き出し，簡易床暖房を行う。屋内運動場と格技場の系統の夏期は，直径30cm，長さ約120mのダクトを通過させた外気を床下へ吹き出し，簡易床冷房を行う。

一部特別教室を除き，普通教室において，このシステムは補助的な冷暖房設備であり，冬期は深夜電力を利用した蓄熱式電気暖房機と併用して暖房を行うが，夏期は，東北という地域特性上，このシステムだけで涼を取っている。



釜石中学校外観



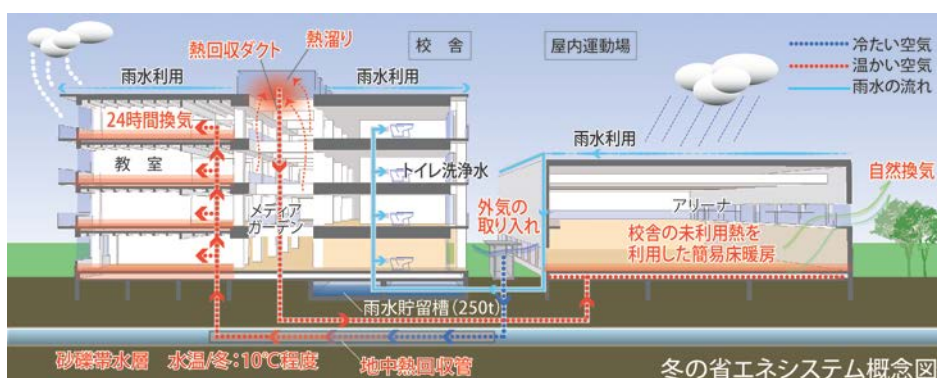
地中熱で暖めた空気を床下に流している廊下



床面の吹出スリット

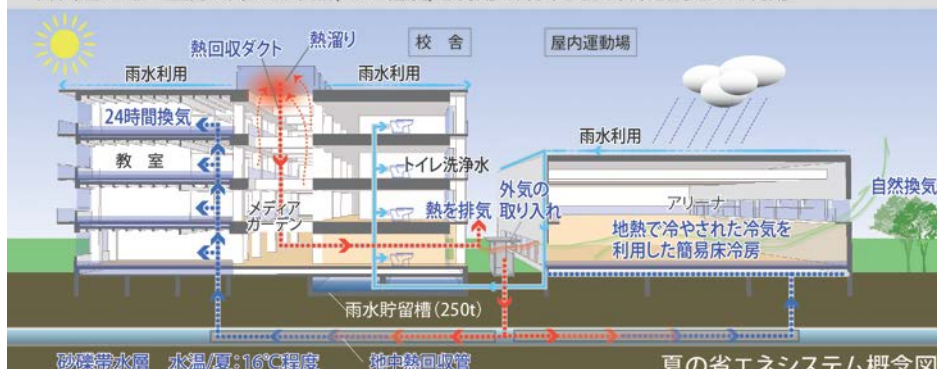


屋内運動場床下のダクト（ソックスダクト：布部分から均一に空気が吹き出す）



【冬のエコシステム】

外気温に比べ温度の高い地中熱(10℃程度)を利用し外気を暖め，床暖房として利用



【夏のエコシステム】

外気温に比べ温度の低い地中熱(16℃程度)を利用し外気を冷やし，床下を通して換気

設置の経緯

釜石市は、平成 13 年度から新エネルギービジョンの策定に向けて取り組み、具体的プロジェクトの中に学校建設を位置付け、全市的に地球環境問題に取り組むこととしている。こうした中で、学校施設といった身近な教材により、環境問題や、省エネルギーに対する興味・関心を高める教育の実践を図るため、エコスクールの一環として地中熱利用システムの導入を決定した。

維持管理方法

普段のメンテナンスは不要であるが、釜石中学校に導入した本システムは、季節による運転モードの切替えを必要とするために、監視盤にて運転プログラムの点検を 1 回/年実施している。

一般的なクール・ヒートトレンチは簡単なシステムであるため、特別なメンテナンスは必要としないと考えられる。

環境教育への活用

地中熱利用により冷暖房費の節約につながることを踏まえ、生徒会主催で電力メーターを検針し、毎日の使用電力量を発表し、電力使用量削減に向けて検討を行うなどしている。

災害時における活用

釜石中学校における、そもそもの地中熱利用システムの設置目的は、日常の教室内環境の改善に再生可能エネルギーを活用するためであった。

東日本大震災が発生した際、被災した避難住民を平成 23 年 3 月 11 日から 8 月 5 日まで受入れた。その際、屋内運動場を避難所として使用したが、震災直後の停電時、地中熱利用システムは機能しなかった。しかし復電後は、冷暖房設備として補助的な役割を果たし、最大 270 人収容した屋内運動場の室内環境改善に寄与した。

なお、停電時は送風用のファンを回すことができないため、災害時の備えとしては、ファンの稼働に見合った電力を供給する太陽光発電設備、蓄電池等が必要である。

釜石中学校における事例

①イニシャルコスト（建設費）

約 **1,600 万円** (0.2 万円 / m²※)
(土工事 約 60 万円, ダクト 約 1,300 万円,
送風機 約 100 万円, ダンパー等 約 140 万円)

※システムを導入している建物延べ床面積に対する m²当たりの金額

②ランニングコスト（維持管理費）

約 **20 万円 / 年**
(運転プログラムの点検費用のみ)

③年間省エネ額（光熱費削減額）

約 **60 万円 / 年**
(冷暖房費：未導入 95 万円/年,
導入後 35 万円/年 ※計画時の試算)

効果の検証

①CO₂ 排出量

一般の冷暖房機器に比べ、年間約 20 t の CO₂ 排出量の削減が可能

②室内環境

2月				8月			
地中温度 (砂礫帯 温度)	採熱管 入口温度 (外気温A)	採熱管 出口温度 (室内B)	B-A	地中温度 (砂礫帯 温度)	採熱管 入口温度 (外気温A)	採熱管 出口温度 (室内B)	B-A
13℃	1℃	7℃	6℃	13℃	22℃	17℃	▲5℃

補助暖房が必要な室温であるが、簡易床暖房として活用可能で、暖房費の削減につながる。

夏期は、地中熱利用システムのみで涼を取ることが可能であり、省エネに大きく寄与。

※釜石中学校試算値

全国導入状況

59校 (平成25年4月1日現在で設置完了)

地域毎の内訳

(校)

北海道	東北	関東	甲信越	北陸
4	8	12	5	14
中部	近畿	中国	四国	九州
3	3	7	1	2

※ 幼・小・中・高・特支含む

(出典) 再生可能エネルギー設備等の設置状況に関する調査(文科省)