28. 地中熱を利用した換気システム『GEO パワーシステム』

“GEO Power System” ventilation system using geothermal energy

橋本真成*

Masanari HASHIMOTO*

Geo Power System is a natural air-conditioning system for residential and commercial premises, using geothermal energy available beneath the ground surface at a depth of 5 meters. Geothermal energy can be explained in simple terms as the thermal energy available at a depth of 5 meters below the ground where the temperature remains stable all round the year between 15-18 degrees Centigrade i.e. 59-65 degrees Fahrenheit. It is intelligently designed to ventilate the interiors to all corners and to effectively enhance the internal conditions by removal of formaldehyde which is harmful to ones health. This system provides natural environment-like conditions to oneself, increases house life and protects the environment.

KEYWORDS: Geo Power System, air-conditioning system, geothermal energy, environment

1 はじめに

人々の物質的豊かさの追求による生活水準の向上と急激な技術の進歩により、エネルギー需要量が増大し、2001年度において温室効果ガス総排出量は二酸化炭素換算で12億9900万トンとなっています。これは、京都議定書の規定による基準年（原則1990年）の総排出量と比べ5.2%上回っていることになり、第一約束期間（2008年～2012年）において、1990年比で6%の温室効果ガス総排出量を削減するという目標から大きく離れています。このため、この目標達成に向けて各種の温暖化対策技術の導入・普及等が早急に望まれています。

また、建築分野においては、近年、建物の省エネ効果を高める目的で高気密高断熱化がすすみ、その弊害としてシックビル・シックハウス症候群といった問題が起こってきました。その対策として、平成15年7月建築基準法が改正され、現在は建物に換気設備を設置することが義務付けられています。

このような背景のもと、弊社では、地中熱・太陽熱などに着目し、平成10年山口県創造技術開発事業の認定を受け、地下に眠る夏の冷気・冬の暖気を建物に取り入れ、太熱や発生熱を吸入・排出・遮熱しながらそれぞれの季節に合わせて効率よく利用できる建物換気システム「GEO（ジオ）パワーシステム」を開発、翌年には実験棟を建設し、山口大学工学部との共同研究でその有効性を実証しました。

2 地中熱とは

半無限状に広がる大地は巨大な蓄熱層となって、地中温度は外気にあまり影響されず1年中安定しています。そして、深さ4～5mの地中温度は地表の気温の周期変化に対してかなりの位相差（タイムラグ）が生じており、夏は涼しく、冬暖かいという現象が起きています。つまり、1～2月のもっとも寒い月に地中のやや高めの熱を利用でき、8月の最も暑い月には地中のやや低めの熱を利用できるといった具合です。（図1参照）

*（株）ジオパワーシステム Geo Power System Co.,Ltd

図 1

この地中熱と併せ、太陽熱や発生熱などを吸入・排出・遮熱しながらそれぞれの季節に合わせて効率よく利用し、夏涼しく、冬暖かい住空間の創造を可能にしたのが「GEO パワーシステム」なのです。

3 GEO パワーシステムとは

システムの概要は、まず建物の外周部に長さ 5 m の熱回収用のパイプを埋設します。基礎部分には床下換気口を設けず、こぶし大のグリ石を床下いっばいに敷詰め木炭を混ぜ込みます。そして、独自に開発した全自動エアサイクル装置により、地中熱を建物内に取り込み、建物内の空気を循環させ、あるいは換気を行いながら、快適な住空間を創造し続けます。

システムの仕組みは、基本的に 2 つに分かれています

図 2

図 3

まず、図 2 に示すように、夏期は室内の暖められた空気が上昇気流で天井裏にたまり、設定温度以上になると自動的にファンが回り、熱気を屋外に排出します。同時に外気を取り入れ、地中に埋設したパイプに送り込み、ある程度冷やしてから建物の中に取り入れます。この空気の循環で建物全体を冷やし、真夏の日中の蒸し暑さを解消します。

また、冬期は図 3 に示すように、天井裏に溜まっている暖気を強制的に床下へと送り込みます。その熱と冬でも安定した温度の地中の暖気を、建物の基礎部分に敷きこんだグリ石に蓄熱させ、建物全体を暖めることで、夜中から明け方の冷え込みをなくします。さらに、外壁面に設置した集熱パネルが冬場の太陽照射熱を吸収し、パネル温度が高くなると暖かい空気を室内に送り込み、補助的に快適な住空間造りに利用します。これらの動きを外気、室内、室内集合チャンバー、天井裏に設置された 4 つのセンサーと床下、天井裏の 2 つのダンパーにより全自動で最適運転がされるようになっています。

4 システムのタイプと効果

GEOパワーシステムは地中熱利用（空気直接利用、井水利用）、換気、エアサイクル、グリ石を利用した蓄熱効果（生活廃熱、夏場夜間冷気の導入）、夏場の天井裏排気、空気清浄の為のセラミック炭、補助熱源としての電気式ヒートポンプなどが季節及び温度条件によりセンサーが感知して最適運転するように出来ており、建物の条件、用途などによりそれぞれを選択できる総合システムとして大きく分けると4つのタイプで構成されます。表1、2参照

区分	特徴
Gタイプ (外気処理型)	主に必要換気量分のみの地中での熱交換で外気負荷の削減効果が大きい
Aタイプ (自然エネルギー活用重視型)	熱交換パイプを増やし（6本程度）風量を調整することで外気負荷だけではなく建物全体の省エネルギーを目指したタイプ、夏冬とも安定した熱量供給が可能
Bタイプ (井水利用型)	水位が高い所の浅井戸を積極的に利用し主に夏場の除湿を重点に置いたもの。また熱交換した井戸水は屋根散水や庭の散水などに使い総合的な環境共生建築を目指す公共物件や冷房負荷の大きい業務用物件向き
Cタイプ (GEO+電気式HP型)	自然エネルギーを利用しながら補助熱源として効率のよいヒートポンプと組み合わせ深夜電力を活用した熱を蓄熱層を使って回収する省ランニングコスト運転を重視したタイプ。

表1

	タイプの内容						
	パイプ数	換気	エアー サイクル	井水	センサー 制御	セラミ ック炭	補助熱源
Gタイプ	1	○					
Aタイプ	6	○	○		○	○	
Bタイプ	2	○	○	○	○	○	
Cタイプ	2	○	○		○	○	○

表2

表3に表す性能値は山口大学工学部（水田研究室、中村研究室）のシュミレーションと当社実測データを基に風量とパイプの伝熱係数、地盤への影響、外気条件を加味して解析した資料である。

	風量m³/時	入口温度	入口湿度	出口温度	U(kcal/m²hC)	全回収熱/時
A 100%	184X4(X2)	32.3℃	46.6%	24.1℃	11.7	1505kcal
B ランジェーター	730	26.0℃	64.0%	21.5℃	9.4	946kcal
B ランジェーター	730	26.4℃	64.0%	21.8℃	9.4	967kcal
B4 100%	196X4	32.3℃	46.6%	26.0℃	12.6	1240kcal
B3 100%	255X3	32.3℃	46.6%	26.2℃	15.0	1167kcal
B2 100%	365X2	32.3℃	46.6%	26.4℃	20.1	1072kcal
B2 75%	274X2	32.3℃	46.6%	26.2℃	15.9	821kcal
B2 50%	183X2	32.3℃	46.6%	26.0℃	11.7	569kcal
B2 25%	91X2	32.3℃	46.6%	25.2℃	6.4	329kcal
サエラ	630X1	32.3℃	46.6%	26.8℃	31.9	854kcal

注 U：総括伝熱係数

表3

なお最大風量が730m³/Hになっているのは当社仕様のファン（GPS02-1）の性能と標準的な蓄熱層の圧損、パイプ（GPA30-26）数での圧損を考慮した数値である。またGEOパワーシステムは季節、温度に合わせてDCモーターによる省エネの風量調整が出来る。各タイプでの成績表を表4に表す

(年)	風量調整前	風量調整後
	COP	COP
GEO-Va G	11.5	11.5
GEO-Va A	11.4	12.9
GEO-Va B	9	11.7
GEO-Va C	7.4	8.2

表 4

表 5 は各タイプの供給熱量と西日本地区での標準一般住宅の冷暖房負荷の比較です。

表 5

以上のように冬季で約 45～60%、夏季で負荷のほとんどを削減できる計算になる。

5 まとめ

現在、地球温暖化の一因である二酸化炭素排出抑制が叫ばれておりエネルギー消費が進む民生部門での取り組みが重要視されています。

GEO パワーシステムは地中熱という現在はほとんど利用されていない温度差エネルギーであるため普及すれば二酸化炭素排出抑制に直結できるシステムです。特に機械換気設備は建物には必ず導入しなければならず GEO パワーシステムの優位性である換気システムを含んでいることで導入コストの削減につながり、ランニングコストのほとんどの消費電力は従来換気設備に使用する電量でまかなえることで実際成績係数は表で示す数値以上の効率があります。

例えば一番安価な G タイプはイニシャルコストは従来の換気設備とほとんど大差なく導入できることで普及効果が高く、四季のある日本では標準仕様ともなりうるシステムです。(新築、リホーム共導入可能)

この一番簡単なタイプを国内の戸建住宅のストックを 2650 万戸として 10% の住宅に導入されるだけで年間約 63 万トンの二酸化炭素排出抑制が可能で、このタイプは既存の業務用施設などにも導入が可能である為さらに多くの効果を見込むことが出来ます。

近年安価な冷暖房設備の普及により冷暖房エネルギーの増加、又それに伴った快適な温度環境による温度不感症候群や冷房病などの自律神経の機能低下が叫ばれています。この GEO パワーシステムは先に表したように全ての人が快適すぎると感じるくらいのエネルギー供給は出来ません。しかし実際に導入された

方々は“夏は少し暑かったけど扇風機一台ですごした”とか、“暖房みたいにぽかぽかはしないけど朝起きたときに寒くない”などの声を頂いている。当社はそれこそが現在の利便性の追求、消費重視の社会に必要なのではと考えています。つまり冷暖房機器の代替ではなくなるべく冷暖房機器に頼らない生活提案です。このような生活を、普段は見逃している地中熱を中心とした様々な自然エネルギーをなるべく活用し、実際に体感し、環境意識を高めることこそ二酸化炭素排出抑制の近道ではないでしょうか。

コンセプト図