

太陽熱を利用する躯体スラブ蓄熱放射暖房の性能評価

建築都市デザイン学科 2280110014-0 金子 幸樹
(指導教員 近本智行)

1. はじめに

太陽熱を空調に利用する手法は CO₂排出削減に有効であり、ヒートポンプや真空管を用いる手法等が行われてきたが、イニシャルコストが高く、十分に普及していない。

2014年、新棟に導入された躯体スラブ蓄熱放射暖房システムは、屋上押えコンクリートに埋設した配管で採熱を行い、躯体スラブに直接埋設した配管で放熱を行うことで安価に施工することができる。また、既設改修への適用を目的とした、屋上設置型の太陽熱採熱装置と天井貼付け型の放熱配管も設置してある。しかし、本システムは開発段階であり、改善点も多く、貯湯槽が無いため昼間しか使用できない、外気温が低い場合、躯体が冷熱を蓄熱してしまう等の特徴がある。

本研究では躯体スラブ蓄熱放射暖房システムについて、実建物実測により冬季暖房時の放熱特性、室内環境の検証および問題点の把握、改善点の提示を行う。

2. システム概要

2.1 躯体スラブ蓄熱放射冷暖房システム

本システムは冬季の暖房時、太陽熱採熱装置で水を加熱し、その温水をポンプだけを用いて躯体スラブ内に循環させ、躯体スラブを加熱し、放射暖房を行う^{※1)}。また、既存建物への導入のため、天井に配管むき出しで貼り付けられている天井貼付け型放熱配管についても検証した。

2.2 太陽熱採熱方式

太陽熱の採熱にあたっては、図1に示すように建物屋上に屋上押えコンクリート内スラブ埋設配管(埋設型)と屋上設置型太陽熱採熱配管(設置型)が備え付けてある。

埋設型は屋上の押さえコンクリート内に配管を埋設し、上部に透明ポリカーボネイト板を設置しており、囲まれた部分は暖気室として共用部の暖房などに利用される。設置型は屋上押えコンクリート上部に設置しており、黒色塗装された配管を渦巻状に施工し取り付けられている。

本実測では設置型のみを利用して太陽熱の採熱を行う。

2.3 システム制御方法

日射量に大きく依存する本システムの稼働の有無は、温水の循環に使用されるポンプを用いて制御する。ポンプ制御は自動・手動制御の二つの方法がある。ポンプの自動発停は2.2で述べた暖気室の空気温度により制御する。しかし、本実測は設置型のみの実測のため、設置型の配管表面温度を定期的に確認しながらポンプ発停を手動で行った。

2.4 システム改善点

本システムは開発段階のシステムのため以下に示すような問題点が存在する。

- ・埋設型：コンクリートによる冷熱の蓄熱
- ・設置型：配管配置(圧力損失が大きい)、結露の発生
- ・制御方法：暖気室の空気温度による発停制御

3. 研究概要

図2、表1に実測場所の概要を示す。また、本システムは天気に影響されるため、稼働の有無も稼働時間も実測日によって異なる。ファンコイルユニット(FCU)とシーリングファンは室内環境に応じて設定した。(表2)

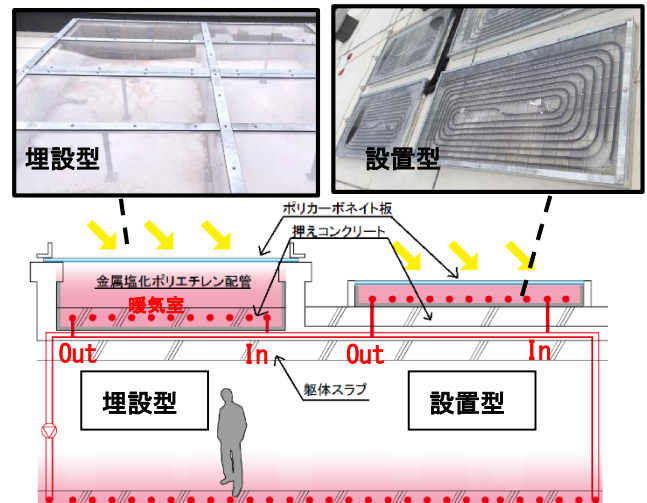


図1 太陽熱採熱装置概要(左:埋設型、右:設置型)

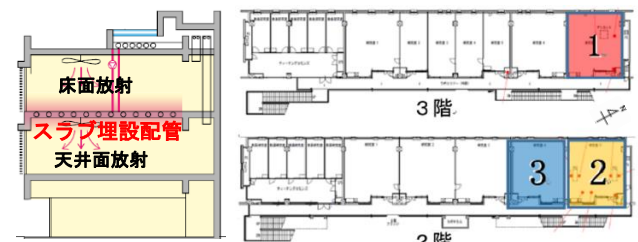


図2 実測研究室概要(暖房時の例)

表1 実測研究室配管位置概要

実施研究室	1	2	3
配管位置	スラブ埋設	スラブ埋設	貼付け
放射面	床面放射	天井放射	天井放射

表2 実測ケース

case	case1	case2
実施研究室	①②③	③
空調方式	FCU+放射暖房	放射暖房

4. 結果・考察

4.1 放熱量

図3に12/8, case1 (FCU: 20°C)におけるスラブ埋設型の床面・天井面の放熱量と case2 (FCU: なし)における天井面貼付け型の放熱量を示す。図4には配管の出入口温度差から求めた放熱量を示す。床面放熱量は放射・対流熱伝達量は100W~200Wで安定している。しかし、本システムを使用しても放射・対流ともに影響がみられない。これはFCUによる空調が放射面や室内温度に強く影響しているためである。天井面放熱量も同じ理由でシステムの影響が現れていない。また、対流熱伝達量はFCUの影響で、放射面表面温度より室内空気温度の方が大きくなるため、放射面である天井に吸熱される状態となっている。配管からの放熱量については、図4に示すようにポンプ稼働とともに最大300W近くまで放熱することが確認できる。

case2における天井貼付け型の放熱量は本システムの他に併用空調がないため、放射暖房の影響が顕著に現れる。放射熱伝達量は日射量が最大となる14時に最大となる。

4.2 PMV

図5にFCU (20°C) 併用時における研究室①と研究室②の本システム使用時と使用していない時のPMVを示す。PMVは両日とも±0.5の間で安定しており快適な温熱環境である。室内の温熱環境はFCUに大きく影響されるため、放射暖房の有無に関係なく安定していると考えられる。

4.3 採熱効率

図6に日射量と採熱量の割合で求める採熱効率を示す。採熱効率は実測期間中、10%を下回る非常に低い値となった。今後、太陽熱採熱装置を改善する必要がある。

5. まとめ

本システムはFCUに大きく影響されるが、放射暖房として効果があることが確認できた。また実測を通して本システムの課題が把握できた。課題として太陽熱採熱装置・制御方法を改善する必要がある。以下に1) 実測後に行った改修、2) 今後の課題を示す。

1) 実測後の改修点

- ・設置型：配管配置（並列に変更）、結露防止の工事
- ・制御方法：設置型配管表面温度による制御

2) 今後の課題

- ・埋設型：採熱効率向上方法の検討
- ・設置型：採熱面積拡大による採熱効率の向上
- ・制御方法：スラブ内温度も考慮した制御

今後はサポート暖房システムとして昼間におけるFCUの空調負荷の削減を目指すようシステム改善を行い、本システムによるCOP、CO₂削減量の向上が求められる。

参考文献

文1) 鳥羽、近本、関根、小林、宮城：地中熱、太陽熱を直接利用する躯体スラブ蓄熱放射冷暖房システムに関する研究（その6）、空気調和・衛生工学会大会学術講演論文, pp.301-304, 2014

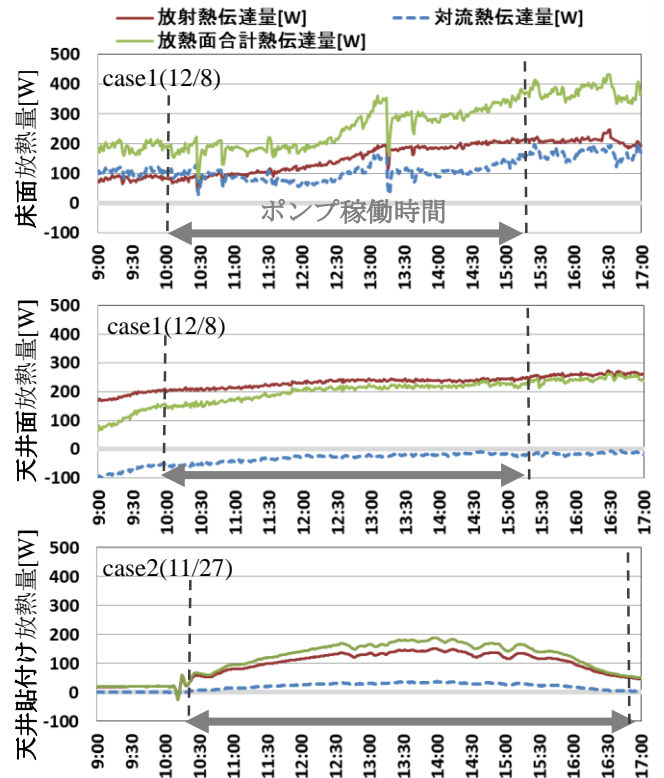


図3 床面・天井面・天井貼付け型放熱量

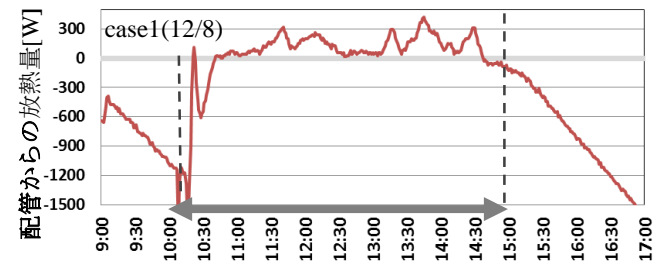


図4 配管からの放熱量

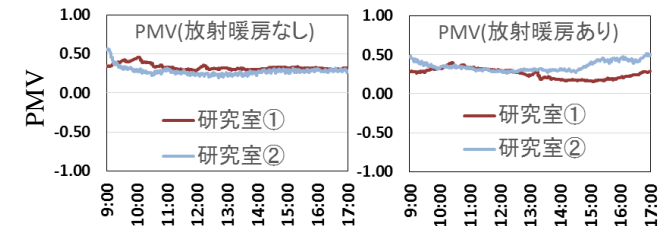


図5 放射暖房有無によるPMVの比較

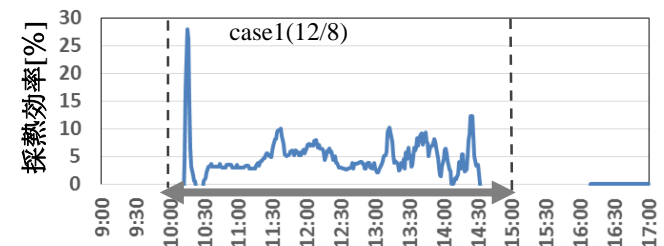


図6 採熱効率