

# 太陽熱を利用する躯体スラブ蓄熱放射暖房の性能及び採熱装置改修前後の比較検証

建築都市デザイン学科 2280120031-5 小寺 雄也  
(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、CO<sub>2</sub>排出量削減に対し有効である。しかし、安定した運転を行うためには補助熱源や貯湯槽が必要となり、高コストとなるために十分に普及しているとは言えず、低コストで暖房効果の期待できるシステムの確立が求められている。そこで本学の理工系新棟トリシアでは、屋上に設置されている太陽熱採熱装置で水を加熱し、その温水を、熱源を介さずに、直接躯体スラブ内に埋設した配管に通すことで熱利用を図るシステム<sup>※1</sup>を採用している。ポンプと配管のみを用いて温水を通水するため、省エネルギー性とイニシャルコストの抑制が期待できる。しかし本システムは、採取した太陽熱を直接利用し躯体スラブに蓄熱するという点で事例がなく、開発段階であるため、システムの性能を検証し改善を図る必要がある。

本研究では、昨年度行われた実建物実測により得られた問題点を踏まえ、採熱装置の改修を行ったため、改修前後の実測結果を比較することで、システムの性能向上および室内環境改善の検証を行う。

## 2. 太陽熱を利用する躯体スラブ蓄熱放射暖房システム

太陽熱の採熱は、図1に示す太陽熱採熱装置によって行う。まず埋設型太陽熱採熱装置(埋設型)は、どの建物にも存在する屋上押さえコンクリート内に配管を埋設し、太陽熱を受け温度上昇したコンクリートが配管に熱を伝えることで配管内の水を加熱し、放射暖房を行うというシステムである。上部にポリカーボネイト板を設置し暖気室を設けることで、夜間のコンクリートからの放熱を最小限としている。また、既存建物への本システムの導入を想定した設置型太陽熱採熱装置(設置型)も設置されている。黒色塗装した配管を渦巻き状に施工し、上からポリカーボネイト板を設置したものであり、太陽熱によって配管を温め、水を加熱する。コンクリート内に配管を埋設する必要がないため、既存の建物であっても屋上に設置できる。

採熱装置は昨年まで埋設型と設置型のみであったが、昨年度の実測により採熱が不十分であることが明らかとなった。そのため、今年度採熱装置の改修を行うとともに、新たに真空管式太陽熱採熱装置(真空管式)を設置した。真空管式は熱伝導しにくいという魔法瓶の原理により、冬場でも外気温に影響されにくく、高温の熱が集熱できる。

以下に昨年度の実測によって明らかとなった採熱装置の

問題点と今年度の改修点を示す。

- ・埋設型：外気によってコンクリートが冷却され、十分に採熱ができなかったため、採熱装置内部の黒色塗装を行い、採熱効率の向上を図った。
- ・設置型：採熱装置内部に発生した結露によって集めた熱が奪われ、コンクリートの冷熱蓄熱により採熱が不十分となった。よって結露防止の工事を行い、コンクリートと採熱装置の間に断熱材を施工することで冷熱の貫流を防いだ。また採熱装置内部の黒色塗装も行った。(図2)

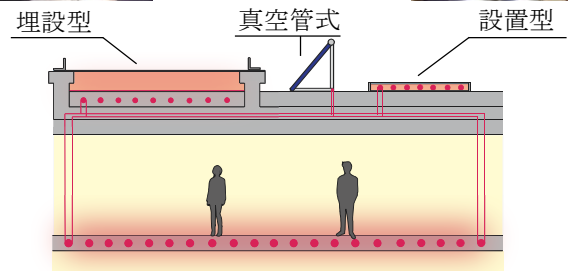


図1 太陽熱採熱装置

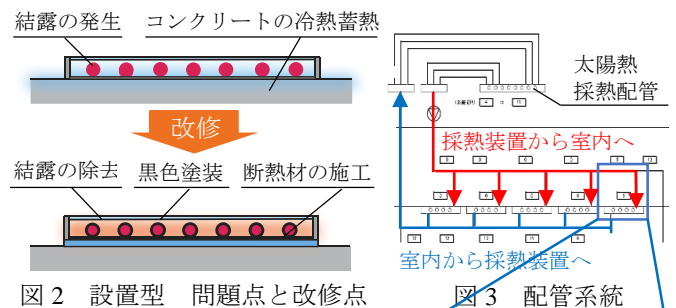


図2 設置型 問題点と改修点

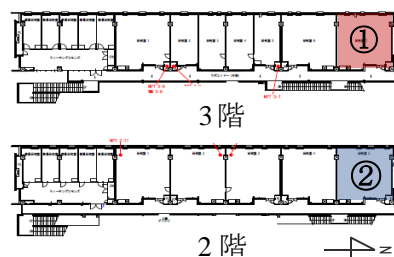


図4 実測対象研究室

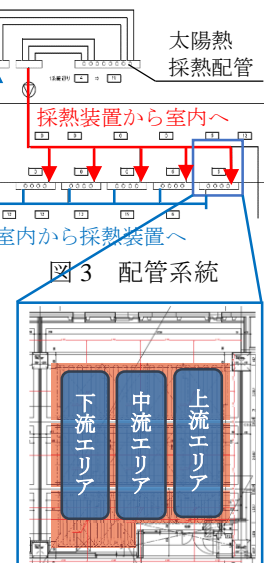


図3 配管系統

図5 温度測定エリア

### 3. システム制御方法

本システムは、日射量が 250W/m<sup>2</sup>以上の時システムが稼働し、採熱装置からの送水温度が 25℃以上で運転継続、24℃以下で停止する。システムの制御は、スラブ内での放熱を促すために、採熱装置からの送水温度がスラブ内部の温度より高いときに運転することを想定して設定した。

### 4. 実測概要

実測対象研究室は、図 4 に示すように 2・3 階の建物北端の研究室 1・2 で行った。実測ケースを表 1 に示す。併用空調であるファンコイルユニット (FCU) は設定温度 22~24℃で運転した。また図 5 に温度測定エリアを示す。本実測では、設置型と設置型・真空管式を併用して運転した場合の性能を改修前の結果と比較しながら検証する。

### 5. 結果・考察

図 6 に改修前、改修後 Case1 (設置型)、改修後 Case2 (設置型と真空管式の併用) のスラブ内部温度・スラブへの放熱量を示す。改修前の結果を見ると、システム運転時にスラブ内部温度は低下しており、放熱量もほとんど見られない。つまり温水が採熱装置で昇温されておらず、温度が低いままスラブへ流れてしまうため、スラブを逆に冷却していたということである。しかし今年度は、放射暖房を運転すると Case1、Case2 とともにスラブ内部温度が上昇している。また Case1 で約 500W の放熱量が見られることから、改修による設置型の性能向上が確認できた。さらに Case2 では 1500W 近くの放熱が確認でき、改修前と比べると性能が大きく向上している。これは、設置型である程度水を温め、真空管式によってさらに温水を加熱できるためである。そこで、放熱量の大きかった Case2 について室内環境への影響を検証する。

図 7・図 8 に Case2 での床表面温度・床面放熱量、天井表面温度・天井面放熱量を示す。これらの結果を見ると、本システムを運転しても温度・放熱量に大きな変化が見られない。これは、室内環境が FCU に大きく影響を受けるためである。また、真空管式を併用した場合は確保すべき流量が足りず、スラブへ供給される熱量が小さくなったことも、ひとつの要因として考えられる。

### 6. まとめ

今年度実測により、改修による設置型の性能向上、そして新たに設置された真空管式によってシステムの性能が大きく向上したことが確認できた。しかし、室内環境に対する顕著な影響は確認できなかった。真空管式太陽熱集熱装置を追加設置し、配管内を流れる流量を確保することができれば、放熱量が増加しシステムのさらなる性能向上につながると考えられる。

#### 参考文献

文 1) 宮城、近本、関根、小林、鳥羽：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 5)、空気調和・衛生工学会大会学術講演論文,pp.297-300,2014

表 1 実測ケース

Case	改修前	改修後 Case1	改修後 Case2
流量	2.0L/min	2.8L/min	0.8L/min
採熱方式	設置型	設置型	設置型+真空管式
空調方式	FCU+放射暖房	FCU+放射暖房	FCU+放射暖房

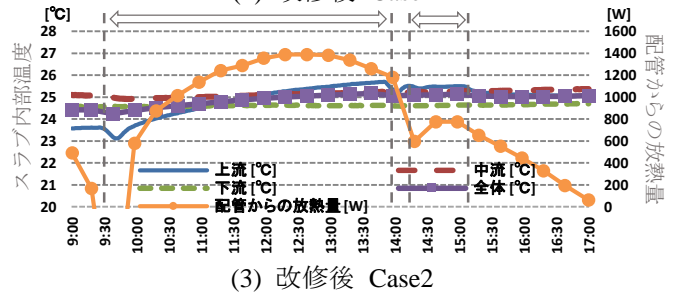
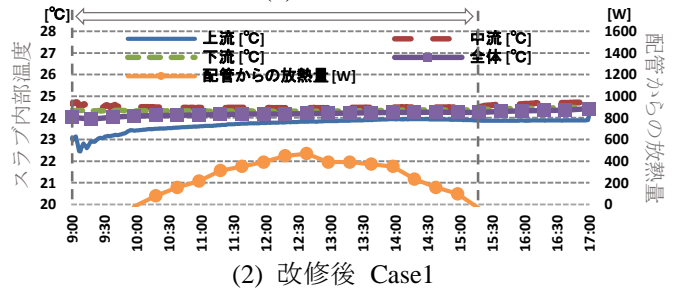
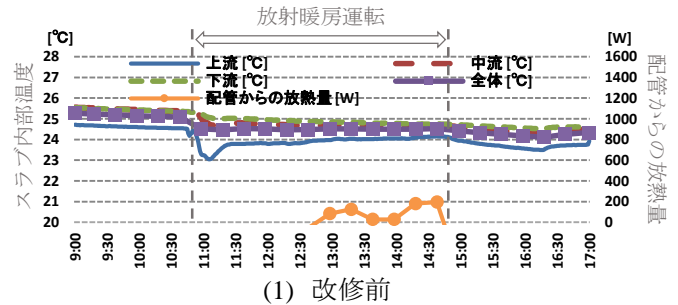


図 6 スラブ内部温度・配管からの放熱量

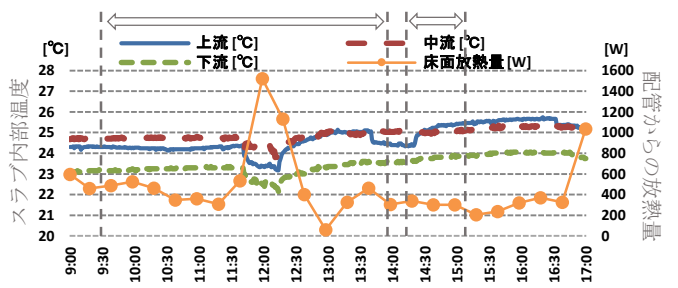


図 7 床表面温度・床面放熱量

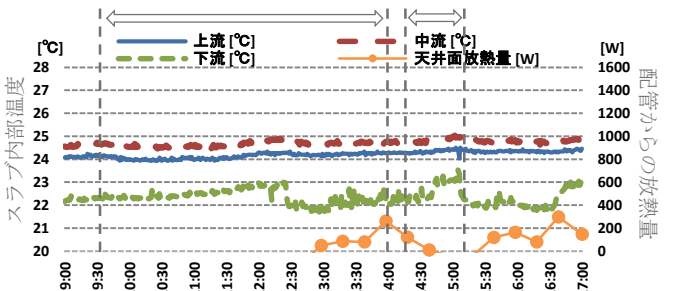


図 8 天井表面温度・天井面放熱量