

## L-57 熱対策機能屋根の熱特性測定とモデルによる 熱収支特性解析

### Measurement of thermal properties and numerical analysis of heat budget of cooling roofs

指導教官 町村助教授 地球循環共生工学領域  
89237064 村山紘之

#### Abstract:

Cooling roof (e.g. green roof, water retention panel and reflective paint) is one of the methods for mitigating urban heat environment. The objective of this study is to investigate the heat budget characteristic and cooling effect of cooling roofs. Surface temperature, evapotranspiration and meteorological condition were measured at green roof and water retention panel of a seven storied building. Diurnal evapotranspiration of green roof and water retention panel are 3.3mm and 1.1mm, respectively in mid summer. The heat budget of concrete, green roof, water retention panel and reflective paint roofs were calculated using a newly developed cooling roof model which consists of the bulk transfer, multilayer heat conduction and water budget models. During the calculation period, sensible heat from the green, water retention panel and reflective paint roofs were 10%, 51% and 25% of that from the concrete roof, respectively, and heat flow into room underneath green, water retention panel and reflective paint roofs were 21%, 73% and 52% of that underneath the concrete roof, respectively.

#### Key words:

green roof; water retention panel; reflective paint; heat budget model

#### 1. はじめに

ヒートアイランド現象抑制や室内空調負荷削減のための技術として、屋上緑化屋根、保水性パネル施工屋根、高反射性塗装施工屋根といった熱対策機能屋根が挙げられる。本研究では、これらの熱対策機能屋根の都市気候や室内空調負荷への定量的な予測・評価モデルの構築のための基礎資料を得るため、熱特性測定と熱対策機能屋根モデルを用いた数値計算により、熱対策機能屋根の熱収支特性について明らかにした。

#### 2. 研究方法

##### 2.1. 屋上緑化及び保水性パネル面の表面温度と蒸発特性に関する実験

大阪大学（大阪府吹田市）構内の RC 造 7 階建ビル屋上に高麗芝屋上緑化パネルと保水性パネルを施工し、2006 年 8 月 12 日から 9 月 28 日の期間、緑化区と保水性パネル区及びそれに隣接するコンクリート区において、試験体温度、熱フラックス、気象要素、蒸発散量、土壌熱伝導率、アルベドの測定を行った。

##### 2.2. 熱対策機能屋根モデルによる熱収支計算

バルク輸送モデル<sup>1)</sup>、多層建物熱伝導モデル、水分収支モデルを組み合わせた熱対策機能屋根モデルを用いて、2006 年 8 月 12 日から 2006 年 8 月 31 日までの期間、コンクリート区、緑化区、保水性パネル区、高反射性塗装区の 4 つの試験区について熱収支計算を行った。モデルの全体構成を Fig.1 に示す。蒸発効率は、バルク輸送モデルによる熱収支計算の結果が蒸発散量の実測値と一致するように決定した。モデルによる温度計算値と実測値の比較からモデルの妥当性を検証した。

### 3. 結果及び考察

#### 3.1. 実験結果

表面温度の実測値及び計算値の計算期間における日最高平均を Table 3 に示す。日中の緑化区及び保水性パネル区の表面温度はコンクリート区よりも低くなった。この傾向は日射量の大きい晴天日に特に顕著であった。日射量が大きくなるほど蒸発散が促進され、表面温度上昇抑制効果が大きくなるためである。日中の蒸発散量の平均は緑化区が 3.3 mm、保水性パネル区が 1.1 mm であった。蒸発散量の差によって、表面温度上昇抑制効果も緑化区の方が大きかった。

#### 3.2. モデルの妥当性の検討

バルク輸送モデルによる表面温度計算値の標準誤差の範囲は 1.47°C~1.63°C、多層建物熱伝導モデルによる温度計算値の標準誤差の範囲は 0.43°C~2.03°C であった。計算値と実測値は良い一致を示した。

#### 3.3. 熱収支計算結果

コンクリート区、緑化区、保水性パネル区、高反射性塗装区表面からの日中（6時~18時まで）、夜間（18時~翌6時まで）及び1日積算顕熱フラックスの平均値を Table 2 に、同じく積算室内流入熱量の平均値を Table 3 にそれぞれ示す。計算期間内において、緑化区、保水性パネル区、高反射性塗装区では屋根表面からの顕熱の放出はコンクリート区と比較してそれぞれ 10%、51%、25%であった。天井面から室内への流入熱量はそれぞれコンクリート区の 21%、73%、52%であった。

### 4. まとめ

屋上緑化、保水性パネル、高反射性塗装の中では屋上緑化が外部への顕熱放出、室内への熱流共に最も低減する効果があることが示された。

#### 参考文献

1) 松下勇二郎：屋上緑化面の蒸発特性測定と微気象改善予測。平成 15 年度大阪大学大学院工学研究科修士論文，2004

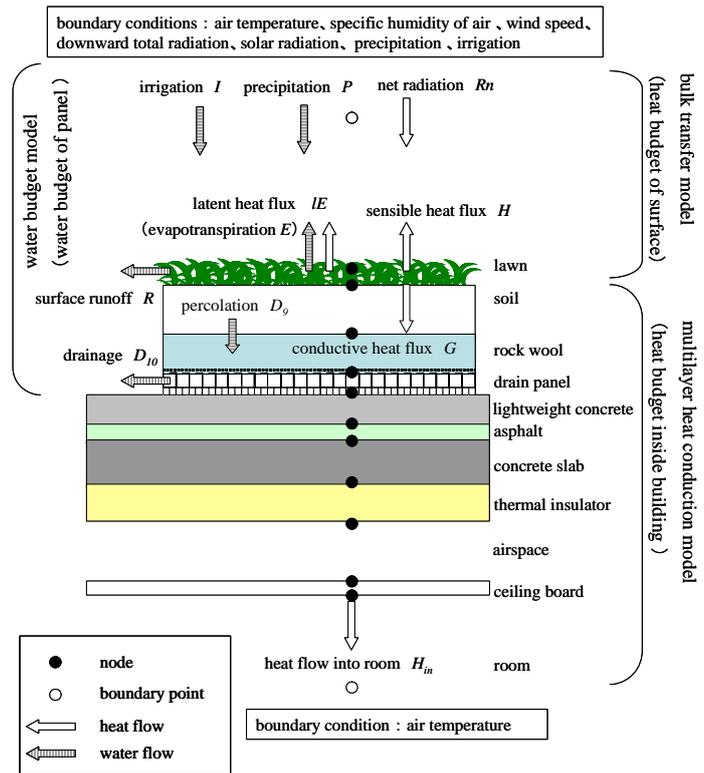


Fig.1 Structure of cooling roof model

Table 1 Measured and calculated daily maximum surface temperatures averaged over the calculation period

| roof type              | measured [°C] | calculated [°C] |
|------------------------|---------------|-----------------|
| green roof (soil)      | 36.6          | 35.0            |
| green roof (leaf)      | 42.3          | 44.3            |
| concrete               | 51.0          | 52.4            |
| water retention pannel | 48.1          | 45.9            |
| reflective paint       | -             | 41.0            |

Table 2 Diurnal, nocturnal and daily sensible heat fluxes from roof surface averaged over the calculation period

| roof type             | diuranal [MJ m <sup>-2</sup> ] | nocturnal [MJ m <sup>-2</sup> ] | daily [MJ m <sup>-2</sup> ] |
|-----------------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| concrete              | 7.17                           | 0.79                            | 7.96                        |
| green                 | 1.42                           | -0.60                           | 0.82                        |
| water retention panel | 3.85                           | 0.18                            | 4.03                        |
| reflective paint      | 1.99                           | 0.03                            | 2.02                        |

Table 3 Diurnal, nocturnal and daily heat flow into room averaged over the calculation period

| roof type             | diuranal [MJ m <sup>-2</sup> ] | nocturnal [MJ m <sup>-2</sup> ] | daily [MJ m <sup>-2</sup> ] |
|-----------------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| concrete              | 0.16                           | 0.20                            | 0.36                        |
| green                 | 0.04                           | 0.04                            | 0.08                        |
| water retention panel | 0.11                           | 0.15                            | 0.26                        |
| reflective paint      | 0.07                           | 0.11                            | 0.19                        |