

CS-65

建物の屋根面処理が都市大気に与える影響に関する研究

豊橋技術科学大学 正会員 北田 敏廣
新菱冷熱工業 五来 英一

1. はじめに

ヒートアイランド現象に代表されるような都市の熱環境の悪化は、屋外の生活環境やそれに伴うエネルギー消費の増大といった面から早急な改善が必要である。近年その対応策の一つとして建物緑化に関心が高まり、植生の熱環境調整効果が注目されている。もちろん、緑化の有無に関係なく都市の構成要素のひとつである建築物自体の構造や材料についても都市の熱環境やエネルギーの消費に影響が大きいと考えられる。そこで本研究は屋根面の構成材料や屋上緑化等が大気に与える影響、すなわち建築物のもつ蓄熱効果や大気への熱放出等を、大気側の運動量、熱、乱れの輸送方程式系と壁体内の熱伝導方程式からなる1次元のモデルを用いて都市熱環境に対する建築物の影響を検討したものである。

2. 数値解法

本研究で用いるモデルの概要をFig.1に示す。大気側では、筆者らの研究室で従来から継続的に研究を行ってきた $k-\epsilon$ 乱流モデル¹⁾²⁾を使用している。大気下部境界条件として最下層4m以下で接地層を仮定し、屋根表面で(1)式に示す熱収支式を用いて表面温度 T_s を計算した。

$$(1-\alpha)K\downarrow + L\downarrow - L\uparrow - (1+1/B)QS - QG = 0 \quad (1)$$

ここで、 α はアルベド、 $K\downarrow$ は太陽放射流束、 $L\downarrow$ は大気からの長波放射流束、 QS は顕熱流束、 $L\uparrow$ ：地表からの長波放射流束、 B はボーエン比である。

計算対象はコンクリートスラブのみの場合（以下スラブ屋根）、断熱屋根（外断熱、内断熱）、被土・緑化屋根とした。スラブ屋根ではアルベド、熱伝導率 λ 、容積比熱 $c\rho$ それぞれの影響についても考察を行った。屋根の断面構成と材料の各物性値を表1.2にそれぞれに示す。計算は太陽放射のデータ（1985年5月12日名古屋での観測値）にもとづき午前7時からタイムステップ3秒で48時間分を行った。なお初期条件として温位は地表面を288Kとし上方に5.5K/kmで与えた。また室温は26℃一定とした。

3. 結果と考察

3.1 スラブ屋根での感度解析

まず、アルベド α だけを0.2から0.8まで0.2毎に変化させて計算を行った。大気への顕熱フラックス QS (fig.2a)はアルベドが0.2から0.4、0.6、0.8となるにしたがって小さくなっている。これは高反射率の為に入射する太陽放射量が少なくなったためと考えられる。それは壁体内へのフラックス QG 及び室内へのヒートフラックスもアルベドが大きい程小さくなることを意味する。よってアルベドの増加は高温化の緩和手法として屋外及び室内両方に効果的であるといえる。

次にスラブの熱伝導率 λ を0.5倍から2倍まで0.5倍毎に変化させて計算を行った(fig.2b)。熱伝導率が増加するにしたがって日中の顕熱フラックスが減少している。これは大きな熱伝導率が大きいため外表面から壁体内により多くの熱が伝わったためと考えられる。それに伴い室内へのヒートフラックスは増加する。従って壁体の熱伝導率の増加は大気へのフラックスを減少させるが室内へのフラックスを増加させるといえる。

次に熱伝導率は一定で容積比熱 $c\rho$ だけを0.5倍から2倍まで変化させて計算を行った。日中の顕熱フラックス(fig.2c)は容積比熱の増加とともに減少しているが、夜間は大気からのフラックスが少なくなった。これは日中は大きな容積比熱のために壁体内へのフラックスが増加した分だけ顕熱フラックスが減少し、一方夜間は日中貯えられたより多くの熱が大気へフラックスとして出たためと考えられる。また室内へのヒートフラックスについても顕熱フラックスと同様の結果であった。したがって容積比熱の増加は熱的に見れば大都市気候、数値計算、被土、屋上緑化

〒441-8580 豊橋市天伯町雲雀ヶ丘1-1 豊橋技術科学大学 TEL. 0532(44)6902 FAX. 0532(44)6929

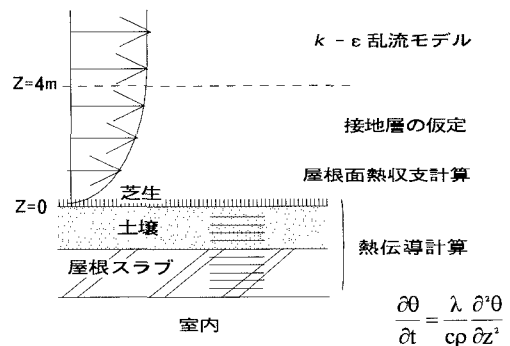


fig.1 モデルの概要

表1 屋根断面構成

屋根形式	材料(外気側より) (厚さ[mm])
スラブ屋根	コンクリート(150)
内断熱	モルタル(30)、コンクリート(150)、断熱材(50)
外断熱	モルタル(30)、断熱材(50)、コンクリート(150)
被土屋根	土壌(200)、コンクリート(200): B=1.0
芝生屋根	土壌(200)、コンクリート(200): B=0.3

表2 各材料の物性値

材質	λ [W/mK]	$c\rho$ [kJ/m³K]
コンクリート	1.51	1888
モルタル	1.51	1595
断熱材	0.047	23
土壌	0.672	1680

気、室内の両方に対して日中には良いが、夜間のフラックスを増加させるといえる。

3.2 断熱材の効果

内断熱と外断熱の結果をfig. 2dに示す。外断熱では顕熱フラックスが内断熱に比べ大きく、また壁体内へのヒートフラックスQGが外断熱の方が小さいことから、断熱材が外側にあるために流入熱が少なく、また流入してきてもその場である程度放熱することを意味している。一方内断熱では、顕熱フラックスおよび壁体内へのフラックスが逆の傾向を示すことから、昼間に断熱材より外側にある材料に蓄熱が行われ夜間に放熱していると考えられる。その結果日中の気温、表面温度は内断熱に比べ外断熱の方が高くなるが、特に明け方には内断熱の方がわずかに高くなる傾向になる³⁾。

3.3 土壌や植生の効果

最後にスラブ屋根と被土屋根、緑化屋根の比較をfig. 2eに示す。顕熱フラックスは昼夜共に被土屋根、スラブ、緑化屋根の順で小さくなっているが、逆に潜熱フラックスはスラブ、被土屋根、緑化屋根の順で大きくなっていることから植生の蒸発散効果が表れている。また室内へのヒートフラックスの流入は、日中、スラブ、被土屋根、緑化屋根の順で小さくなっていたことから、屋根面に土壌や植栽が存在することで都市大気の高温化がかなり防ぐことができ、また室内環境に対しても熱負荷の低減という面から有効であるといえる。

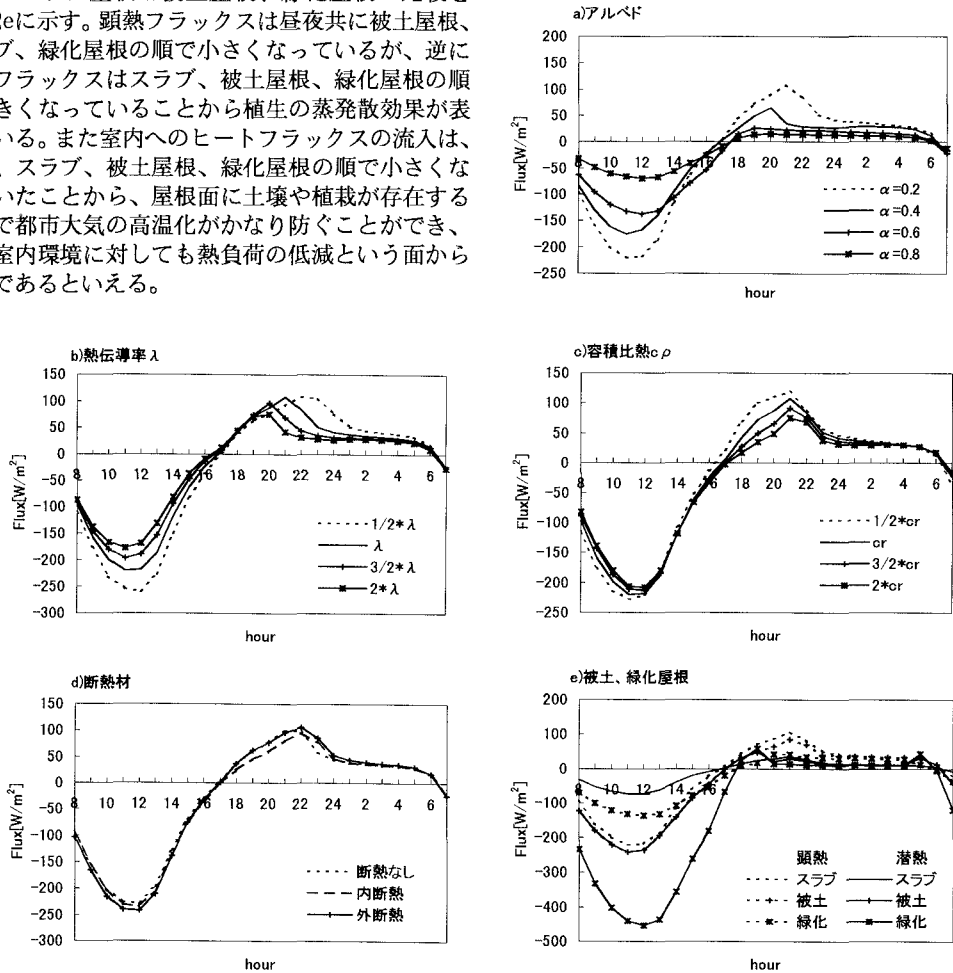


fig.2 ヒートフラックスの時間変化

4. 結論

本研究では、建築物の構成材料特性と屋根被土、屋根緑化が都市の熱環境に与える影響を数値解析により検討した。また、大気へのヒートフラックスの減少が見込めても、室内の熱的負荷が増加しては逆に人工廃熱の増加による大気への負荷が大きくなることから、室内へのヒートフラックスについても考察した。その結果、断熱材の使用を含めた構成材料の工夫が大気もしくは室内のどちらかにはフラックスの減少をもたらしても残るもう片方にはフラックスの増加を引き起こすのに対し、屋根面に土壌や植生を存在させることが都市気候の緩和はもちろん、建物の省エネルギーの面からかなり有効であることが明らかとなった。

参考文献1)岡村, 北田, 1997: 環境システム研究, 25, 593-597、2)五来, 岡村, 北田, 1997: 土木学会中部支部平成8年度研究発表会講演梗概集, 381-382、3)五来, 北田, 1998: 土木学会中部支部平成9年度研究発表会講演梗概集